This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

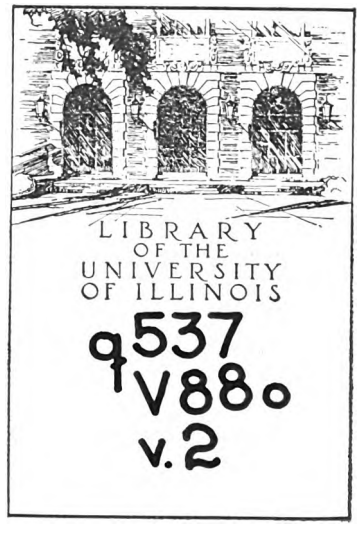
+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

Digitized by Google


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS
q537
V88o
v.2

Digitized by Google

CENTRAL CIRCULATION BOOKSTACKS

The person charging this material is responsible for its renewal or its return to the library from which it was borrowed on or before the **Latest Date** stamped below. **You may be charged a minimum fee of $75.00 for each lost book.**

Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.

TO RENEW CALL TELEPHONE CENTER, 333-8400

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

MAR 18 1998

When renewing by phone, write new due date below previous due date. L162

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LE OPERE
DI
ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

VOLUME SECONDO

ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

1923

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LE OPERE

DI

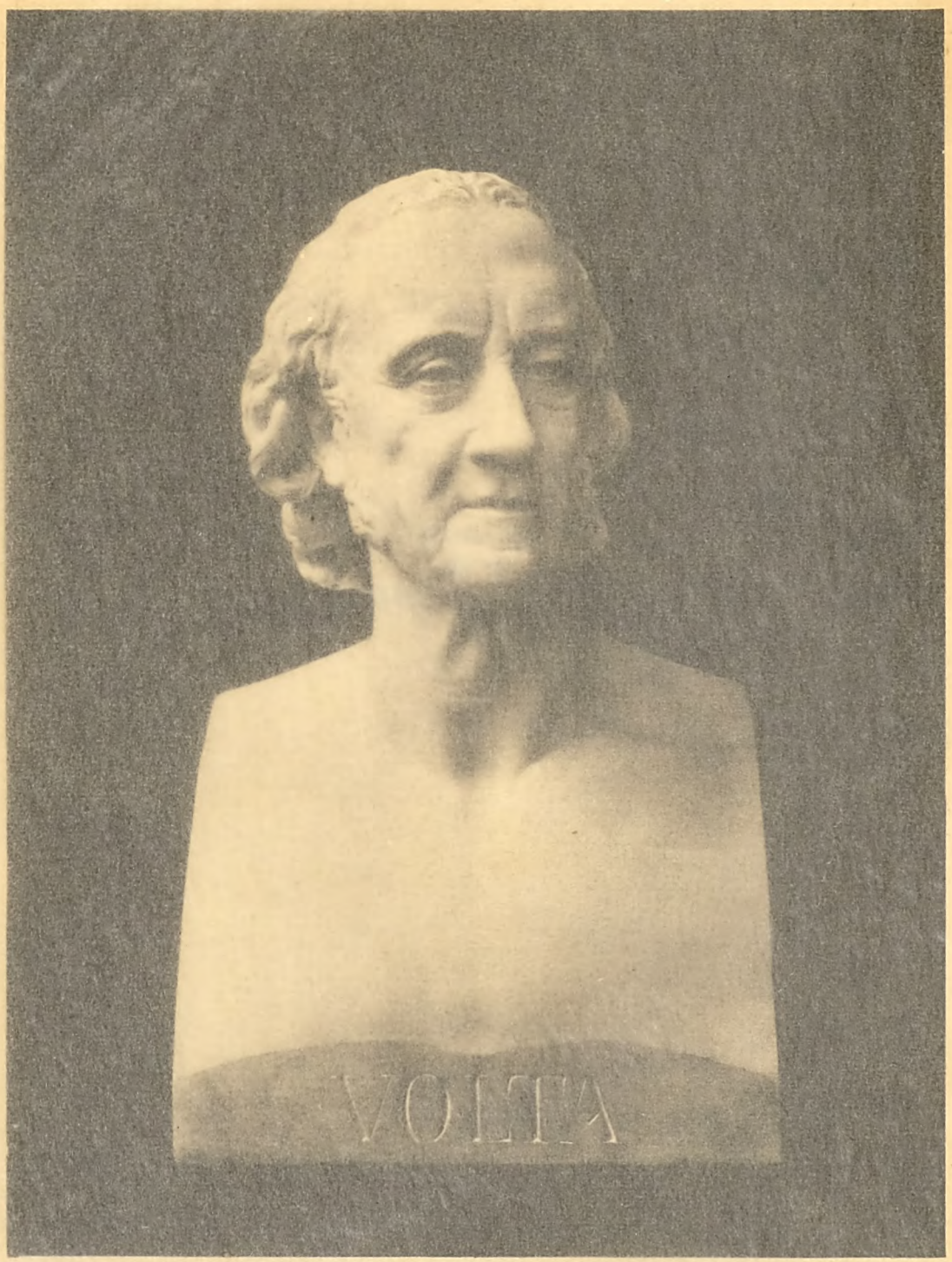
ALESSANDRO VOLTA

Digitized by Google

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google



ALESSANDRO VOLTA.

Busto scolpito da Gio. Battista Comolli per il mausoleo del cimitero di Camnago Volta presso Como. Riproduzione di C. Berra (1874) esistente nel R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.

Digitized by Google

LE OPERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

SOTTO GLI AUSPICI

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE

VOLUME SECONDO

ULRICO HOEPLI

EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA

MILANO

1923

Printed in Italy

Digitized by Google

PROPRIETÀ LETTERARIA

Milano — Tipografia Umberto Allegretti — Via Orti, 2.

Digitized by Google

g 537
V 88 o
v.2

COMMISSIONE DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

Prof. Senatore FRANCESCO D'OVIDIO, Presidente della R. Accademia dei Lincei

Prof. Senatore MICHELE SCHERILLO, Presidente del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

† Prof. ANTONIO FAVARO, della R. Accademia dei Lincei

Prof. FRANCESCO GRASSI, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. GINO LORIA, della R. Accademia dei Lincei

Prof. ANDREA NACCARI, della R. Accademia dei Lincei

Prof. ALFREDO POCHETTINO, della R. Accademia delle Scienze di Torino

Prof. CARLO SOMIGLIANA, della R. Accademia dei Lincei

Prof. LUIGI VOLTA, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. Senatore VITO VOLTERRA, della R. Accademia dei Lincei

Questo Volume fu ordinato e curato da:

† Dott. ADOLFO SOZZANI

Prof. LUIGI VOLTA

Digitized by Google

AVVERTENZE.

Per contraddistinguere i manoscritti del Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano, all'abbreviazione Cart. Volt. si fa seguire una lettera dell'alfabeto maiuscolo per indicare la cartella (vedi classificazione dichiarata nella prefazione al 1° volume: « Al lettore ») ed un numero per contraddistinguere il manoscritto nella cartella stessa. Qualche volta fu adottata una successiva suddivisione, a mezzo delle lettere dell'alfabeto greco, dei manoscritti raccolti sotto uno stesso numero.

Le abbreviazioni in grassetto, che compaiono sotto il titolo « Fonti » nel frontispizio dei singoli numeri del volume, stanno ad indicare tra le varie fonti edite o manoscritte, quelle che furono scelte per la stampa.

Tra le varie fonti stampate si diede, sempre che fu possibile, la preferenza a quella notoriamente o probabilmente curata dal Volta o tratta da suoi manoscritti, come avvenne delle sue pubblicazioni all'estero.

Nei riguardi delle correzioni venne curata fin ove fu possibile il confronto coi manoscritti voltiani. Qualche errore sfuggito alla prima composizione tipografica viene qui corretto. Così a pagina 4, linea 6 (dal basso), invece di: *G G*, leggasi *S S*; a pagina 63, linea 3 (dall'alto), invece di: *tanto* leggasi *terzo*. Una particolare osservazione richiedono poi le frazioni $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{600}$, $\frac{1}{1000}$ che compaiono a pagina 79, linea 4 (dall'alto). Tali frazioni non rispondono al concetto svolto nel periodo al quale appartengono: è da notare però come nel manoscritto Cart. Volt. L 22, contenente la redazione in francese della seconda parte della memoria pubblicata, lo stesso concetto trovasi svolto correttamente, senza le su citate frazioni.

Le annotazioni della Commissione sono stampate sempre entro riquadratura nei frontispizi, oppure in carattere corsivo a piedi pagina od in Note ed Aggiunte alla fine dei singoli numeri.

Digitized by Google

AL LETTORE

Questo secondo volume (1) delle opere di Alessandro Volta compie il ciclo delle ricerche intorno alla elettromozione, comprendendo quasi tutti gli ultimi lavori del grande fisico che, può dirsi, si chiudono poco dopo l'immortale invenzione della pila cogli studï che a questa si collegano e, fondamentali tra essi, colle due memorie sull'identità del fluido elettrico col fluido galvanico. [N^{i} XXVII e XXXV].

Nel volume che succederà a questo e di cui è assai avanti la preparazione, comincierà la pubblicazione dei primi scritti scientifici, che sono quelli riguardanti l'elettrostatica.

Il tempo trascorso dalla comparsa del primo volume, che vide la luce sul finire del 1917, non è breve. Ciò è dovuto alle condizioni eccezionali della guerra e del dopo-guerra, che hanno procurato al nostro lavoro difficoltà inaspettate.

La prima Commissione che presiedeva alla pubblicazione è stata purtroppo privata di alcuni de' suoi membri più autorevoli ed ha dovuto essere ricostituita. Mandiamo un reverente saluto alla memoria dei Senatori P. Blaserna e G. Celoria: al loro interessamento ed alla loro opera sono dovuti e la bontà delle direttive e il soccorso finanziario governativo all'impresa nostra.

Secondo le proposte della R. Accademia dei Lincei e del R. Istituto Lombardo, il Ministero della Pubblica Istruzione, verso la fine del 1922, ha approvato che la Commissione fosse ricostituita così come appare nella pagina addietro.

---

(1) Per tutte le altre notizie relative all'edizione in generale, ed in particolare ai primi due volumi, si rimanda alla prefazione stampata nel primo.

Digitized by Google

Già però al principio del corrente anno la morte ci toglieva l'opera ed il consiglio preziosi del Prof. Favaro, l'insigne raccoglitore delle opere di Galileo.

Egli è stato ora sostituito dal Prof. Ing. Giacinto Motta del R. Politecnico di Milano.

Vogliamo esprimere qui la gratitudine nostra all'ex Ministro della Pubblica Istruzione, Senatore O. M. Corbino, che ha concesso al Prof. Massardi di dedicare interamente le sue preziose attitudini alla preparazione dei successivi volumi e vorremmo confidare ch'esse non ci siano per mancare sino al coronamento dell'opera che ci è stata affidata.

Lo stesso Prof. Massardi ha curato parzialmente anche le bozze di questo volume.

LA COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE
DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA. Pag. V

AVVERTENZE . . . . . » VI

AL LETTORE . . . . . » VII

INDICE DEL VOLUME . . . . . » IX

INDICE DELLE TAVOLE . . . . . » XI

INDICE DELLE FIGURE . . . . . » ivi

ABBREVIAZIONI . . . . . » XII

1800, *autunno.*

XXIII. LETTERA DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA AL PROF. BRUGNATELLI SOPRA ALCUNI FENOMENI CHIMICI OTTENUTI COL NUOVO APPARECCHIO ELETTRICO . . . . . Pag. 1

1800, 22 *settembre.*

LETTERA DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA AL CONSIG. MARSILIO LANDRIANI . . . . . » 5

1801, *primavera.*

XXIV. LETTERA AD UN IGNOTO SU L'INVENZIONE DELLA PILA E RICERCHE SUGLI EFFETTI CHIMICI . . . . . » 13

1801, 18 *maggio.*

XXV. LETTERA DEL CITTADINO A. VOLTA AL CITTADINO N. N. SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL PRETESO FLUIDO GALVANICO . » 23

1800, *marzo-aprile.*

LETTERE DUE DEL PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE ALESSANDRO VOLTA AL CAV. GIUSEPPE BANKS . . . . . » 30

1801, 10 *ottobre.*

XXVI. LETTRE DU PROFESSEUR VOLTA A JEAN CLAUDE DE LA MÉTHERIE, SUR LES PHÉNOMÈNES GALVANIQUES . . . . . » 35

1801, *novembre.*

XXVII. MEMORIA DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL FLUIDO GALVANICO . . . . . » 45

(*B*) CONTINUAZIONE DELLA MEMORIA. . . . . » 67

(*C*) TROISIÈME CONTINUATION . . . . . » 85

(*D*) APPENDICE . . . . . » 93

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE AL N. XXVII. NOTE STORICHE RELATIVE ALLA MEMORIA SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL FLUIDO GALVANICO . . . . . Pag. 107

1° RAPPORTO DEL CITTADINO BIOT SULLE ESPERIENZE DEL CITTADINO VOLTA ALL'ISTITUTO NAZIONALE DI FRANCIA (11 FRIMAIRE AN X, 2 *dicembre* 1801) . . . . . » 109

2° FONDAZIONE DEL PREMIO BONAPARTE (17 MESSIDORO AN X, 6 *luglio* 1802) . . . . . » 122

3° ESTRATTO DI COMUNICAZIONE DI E. E. N. MASCART AL 1° CONGRESSO NAZIONALE DEGLI ELETTRICISTI; 19 SETTEMBRE 1899 IN COMO . . . . . » 125

1801, 6 *novembre*.

XXVIII. DESCRIPTION DE LA PILE ÉLECTRIQUE PAR ALEXANDRE VOLTA, COMMUNIQUÉE PAR BRUGNATELLI . . . . . » 127

1801, *dopo il marzo*.

XXIX. LETTERA AL CONSIGLIERE M. LANDRIANI . . . . . » 137

1802, 18 *marzo*.

XXX. AUX RÉDACTEURS DE LA BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE, ALEXANDRE VOLTA . . . . . » 151

1802, 29 *settembre*.

XXXI. ARTICOLO DI LETTERA DEL PROFESSOR ALESSANDRO VOLTA AL PROF. LUIGI BRUGNATELLI, SOPRA ALCUNI FENOMENI ELETTRICI . . » 167

XXXII. DUE LETTERE SU TEORIE ED APPLICAZIONI RIGUARDANTI L'ELETTRICITÀ . . . . . » 171

1801, 15 *giugno*.

(*A*) LETTERA DEL VOLTA ALL'AMORETTI SUI FENOMENI DELLA RABDOMANZIA . . . . . » 173

1802, *dopo il giugno*.

(*B*) LETTERA DEL PROFESSORE ALESSANDRO VOLTA AL PROF. LUIGI BRUGNATELLI, SOPRA L'APPLICAZIONE DELL'ELETTRICITÀ AI SORDOMUTI DALLA NASCITA . . . . . » 179

1804, 10 *e* 28 *maggio*.

XXXIII. APPUNTI SU ESPERIENZE CON PILE DI DIFFERENTI SISTEMI . . » 185

1805, 15-19 *luglio*.

XXXIV. SOPRA ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI DA INTRAPRENDERSI SULLE TORPEDINI. LETTERA AL PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE P. CONFIGLIACHI . . . . . » 191

1801, ... presentata nel 1805 ..... stampata nel 1814.

XXXV. L'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL COSÌ DETTO FLUIDO GALVANICO VITTORIOSAMENTE DIMOSTRATA CON NUOVE ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI. MEMORIA COMUNICATA AL SIG. PIETRO CONFIGLIACHI . . . . . » 205

INDICE DEGLI ARTICOLI NE' QUALI È DIVISA LA MEMORIA . . » 299

CATALOGO DELLE OPERE STATE PUBBLICATE DAL VOLTA SINO A TUTTO L'ANNO 1813 . . . . . » 301

Digitized by Google

.....

XXXVI. Continuazione alla Memoria sull'identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico, ecc. . . . Pag. 309

1806.

XXXVII. Estratto di un manoscritto sull'insussistenza della genesi del clorino e dell'alcali nell'acqua sottoposta all'azione degli elettromotori . . . . . » 319

.....

XXXVIII. Frammenti vari di studi sui fenomeni e sulla teoria dell'elettromozione . . . . . » 333

(*A*) Frammento di una nota intitolata: Dei fenomeni che presentano i conduttori imperfetti, ossia quelli chiamati da Volta di II Classe, applicati in varie maniere all'uno o all'altro, o ad ambedue i poli dell'elettrometro . » 335

(*B*) Frammento contenente un tentativo di spiegazione della elettromozione . . . . . » 343

(*C*) Frammento sopra un'altra ipotesi sull'elettromozione. » 349

(*D*) Frammento nel quale è cenno alla possibilità di un conduttore luminoso perpetuo . . . . . » 354

(*E*) Frammento su risultati di esperienze ottenute con scariche di giare cariche con pile . . . . . » 359

XXXIX. Frammenti vari sulla storia della invenzione della pila e considerazioni relative . . . . . » 363

Indice dei nomi . . . . . » 371

INDICE DELLE TAVOLE.

I. Busto del Volta . . . . . Frontispizio
II. Pile a colonna ed apparati elettrochimici usati dal Volta . . . Pag. 60–61
III. Batterie di Leida con giare . . . . . » 72–73
IV. Facsimile manoscritto voltiano da Cart. Volt. J 78 . . . . . » 148–149
V. Pile a corona di tazze, a truogoli e pile secondarie . . . . . » 224–225
VI. Ritratto del Volta (tricromia) . . . . . » 300–301

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani . . . . . Pagg. 156, 329
Figure tratte da Br. Ann. . . . . » 4, 39, 60, 132

Digitized by Google

ABBREVIAZIONI

Per le fonti stampate :

Am. Op. sc. — « Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti », raccolti dall'ab. Carlo Amoretti. Milano.

Ann. de Ch. — « Annales de chimie ». Paris.

Ant. Coll. — « Collezione delle opere del cav. conte Alessandro Volta patrizio comasco », edita da Vincenzio Antinori. Tomi 3 in 5 parti. Firenze, nella stamperia di Guglielmo Piatti, 1816.

Bar. Saggio. — « Saggio di naturali osservazioni sull'elettricità voltiana colla descrizione di una seconda macchina a corona di persone e di un piliere tutto vegetabile », del dott. Giuseppe Baronio. Milano, presso Pirotta e Maspero, 1806.

Bib. Brit. — « Bibliothèque britannique des sciences et des arts ». Genève.

Bosscha Corr. — « La correspondance de A. Volta et M. van Marum », publiée par I. Bosscha Secrétaire de la Société Hollandaise des sciences. Leiden, 1905. A. W. Sijthoff.

Br. Ann. — « Annali di chimica e storia naturale », di Luigi Brugnatelli. Pavia.

Br. Giorn. — « Giornale fisico medico per servire di seguito alla Biblioteca fisica d'Europa », dallo stesso. Pavia.

Cant. Disc. — « La mente di Alessandro Volta », discorso del prof. comm. Giovanni Cantoni. In « Onoranze ad Alessandro Volta ». Pavia, succ. Bizzoni, 1878.

Comm. Lips. — « Commentarii de rebus in scientia naturali et in medicina gestis ». Lipsia

Delam. Jour. — « Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle, et des arts », par I. Cl. Delamethérie. Paris, chez I. I. Fuchs.

Delf. Riv. — « Lettera di Alessandro Volta ad Orazio Delfico », edita dal sen. march. Traiano Delfico De-Filippis, conte di Longano, in « Rivista abruzzese di scienze e lettere diretta da O. Albi, E. Cerutti, F. Occella, V. Savorini ». Anno II, fasc. 2, febbraio. Teramo, tip. del « Corriere abruzzese », 1887.

Gren. — « Journal » e « Neues Journal der Physik », del prof. dott. Fed. Alb. Carlo Gren di Halle. Halle e Lipsia, 1790-1794.

Mocch. — « Elogio del conte Alessandro Volta patrizio comasco », di Francesco Mocchetti. Como, presso i figli di Carlantonio Ostinelli, 1833.

Mons. Jour. — « Journal de chimie et de physique », di Van Mons. Bruxelles.

Mont. — « Lettere inedite di Alessandro Volta », date in luce da Giuseppe Ignazio Montanari. Pesaro, dalla tip. Nobili, 1834.

N. Cim. — « Il Nuovo Cimento, Giornale di fisica, chimica e storia naturale ». Pisa.

Nich. Journ. — « Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts », by W. Nicholson. London.

Phil. Tr. — « Philosophical Transactions of the Royal Society ». Londra.

Traduz. ted. Mayer. Prag. 1793. — Traduzione tedesca delle Memorie sull'Elettricità animale contenuta in: « Schriften uber d. thierische Electricität, aus d. Ital. von Mayer. 8. — Prag. — J. Calve (1793) ».

Per le fonti manoscritte :

Acc. sc. Torino. — Biblioteca della R. Accademia delle Scienze di Torino.

Cart. Volt. — Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano.

Ginevra, Bibl. Univ. — Bibliothèque publique et universitaire. Genève.

Londra, Roy. Soc. — Royal Society. London.

Digitized by Google

XXIII.

LETTERA

DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA AL PROF. BRUGNATELLI

SOPRA ALCUNI FENOMENI CHIMICI OTTENUTI COL NUOVO APPARECCHIO ELETTRICO.

Autunno 1800.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. t. XVIII (1800) pg. 3. Ant. Coll. t. II. p. II, pg. 139.	Cart. Volt. E 46; F 62; F 63.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da Br. Ann.

E 46. Minuta della lettera, mancante della chiusa.

Come in Br. Ann. e in Ant. Coll. pubblicansi la lettera del V. al Brugnatelli e quella del Landriani al V. del 17 agosto 1800 da Vienna.

In Cart. Volt. F 62 si conserva una lettera autografa del Brugnatelli in data « Pavia 26 aprile 1800 » nella quale si legge: « Attendo la prima parte della vostra memoria sull'Elettricità, colla quale vorrei incominciare il Tomo XVIII degli Annali di Chimica... ». Si accenna qui evidentemente alla Memoria letta all'Istituto di Francia che appariva poi nei volumi XIX e XXI.

Digitized by Google

Digitized by Google

Invece della descrizione del mio nuovo apparato, che chiamo *Organo elettrico artificiale* per essere fondato sopra i medesimi principj, e simile anche nella forma, secondo la sua prima costruzione, all'*Organo naturale* della torpedine, invece, dico, della descrizione di tal apparato, ch'è ormai noto dapertutto, e della lunga memoria, che sto terminando sul medesimo, e che mi cresce ogni giorno tralle mani, la quale contiene, oltre le varie costruzioni da me immaginate ed eseguite, molte sperienze e ritrovati, che riguardano i segni, ch'esso è capace di dare all'Elettrometro, la scossa, ed altri effetti non meno interessanti che curiosi, che produce sopra il tatto e gli altri sensi, e sopra diverse funzioni dell'Economia animale; vi mando, amico, e collega stimatissimo, per la continuazione de' vostri *Annali di Chimica* una lettera del Consigliere MARSILIO LANDRIANI da Vienna, ed una mia responsiva, concernente la scoperta di alcuni fenomeni chimici mirabilissimi, che il medesimo apparato elettrico ci offre: i quali per altro non debbono comparirvi del tutto nuovi, dopo l'osservazione che faceste, son ora cinque mesi, e ch'io avea fatta già prima, come vi comunicai a voce, della pronta decomposizione del sal comune, e di altri sali disciolti nell'acqua, in cui pescano i due metalli dissimili, p. e. rame e zinco, di detto apparato, e della cotanto promossa termossidazione di esso zinco.

Amico Carissimo

Vienna 17 Agosto 1800.

« Sono alcune settimane, che è stata comunicata al Prof. JACQUIN un'esperienza interes-
« santissima del Signor NICHOLSON sulla decomposizione dell'acqua fatta mediante il vostro
« sorprendente apparato a colonna. Essendo questa sperienza stata ripetuta quì, e variata
« in più modi, vi sarà forse caro di sapere i resultati, massime che dar si può benissimo il caso,
« che voi ignoriate quanto è stato fatto a Londra dal prefato NICHOLSON, ora che le comunica-
« zioni coll'Inghilterra sono divenute così difficili.

« Abbiamo prese 80 pezze di Spagna ed altrettante lastre di zinco, e di cartone imbevuto

Digitized by Google

« di acqua salata. Ne abbiamo formato una colonna nel seguente ordine: Zinco, argento e car-
« tone, come nell'annessa figura; X-X è una boccetta di vetro chiusa da un turacciolo di su-
« ghero, in cui penetrano due fili metallici G-G-T-T senza toccarsi, come nella pistola ad aria in-
« fiammabile. La boccia X-X è piena di acqua distillata. Al momento che l'estremità del filo
« metallico T-T tocca la superficie dell'ultima lastra, si vedono formarsi dalla superficie del filo
« metallico S-S nella parte immersa nell'acqua delle minutissime bollicine di aria, le quali vanno
« a poco a poco crescendo, e formano un getto continuo di aria, la quale si raccoglie nella parte

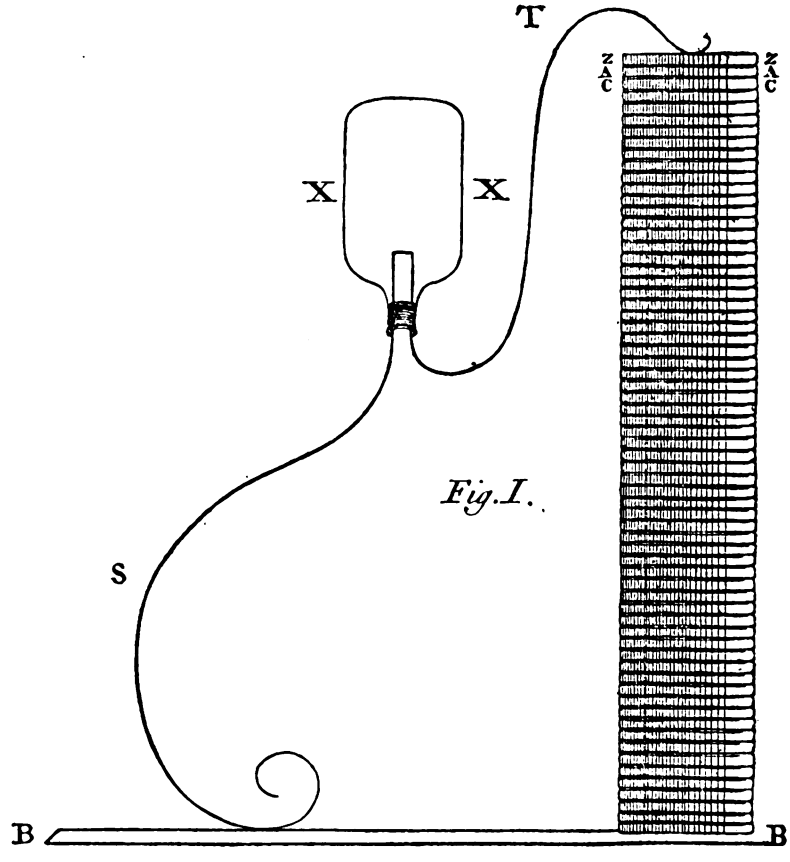


Fig. I.

« superiore della boccia X-X. Esaminata quest'aria si trova essere aria infiammabile. La superficie
« dei fili metallici è a capo di pochi minuti calcinata. Nelle sperienze, che sono state fatte questa
« mattina dal Prof. JACQUIN, si sono adoperati de' fili d'oro, d'argento, di ferro, di platina,
« d'ottone. Tutti questi fili hanno decomposto l'acqua, ed hanno fornito molto gas infiam-
« mabile.

« Fra l'estremità del filo G-G, ed il pezzo di cartone B-B abbiamo interposto delle lastre
« di cobalto privato di tutto il ferro che egli suol contenere, di nickel, della piombaggine, del
« ferro, dello stagno, del piombo, della platina. L'acqua è sempre stata decomposta con tutti
« questi fili metallici e corpi interposti. Sarebbe curioso di vedere se la scomposizione dell'acqua
« si fa più celeremente, o più lentamente secondo la diversa qualità de' metalli interposti; e si
« potrebbe determinare facilmente la quantità dell'acqua decomposta dalla quantità di gas

Digitized by Google

« infiammabile che si è svolto per esempio in capo di un'ora. Forse con questo metodo si potrà « giungere a scoprire la maggiore o minore attitudine de' corpi, che tolgono l'equilibrio al fluido « elettrico e per conseguenza a conoscere quali sono li più proprj alla costruzione del vostro « bellissimo e sorprendente apparato. Se avrò ozio abbastanza di occuparmi di questa ricerca, « ve ne scriverò. A me pare che sia importantissimo il determinare questo punto; ed il metodo « che io vi propongo mi pare il più opportuno.

« Frattanto posso assicurarvi, che la lusinga ch'io aveva, che il cobalto in istato regolino, « e di somma purezza fosse impervio al supposto fluido *Galvanico*, è del tutto vana. Anzi a tutti « noi è parso, che questo semimetallo adoperato nelle accennate sperienze fosse quello, che « eccita il meglio l'*elettricità* ».

LETTERA DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA

AL CONSIG. MARSILIO LANDRIANI.

Como 22 *Settembre* 1800.

Gratissima mi è stata l'ultima vostra Lettera de' 14 passato Agosto, che ricevetti li 3 del corrente Settembre; e tanto maggiormente, quanto che non ne avea più ricevuto alcuna dopo quella, che mi scriveste ai primi di Maggio (1), nella quale informandomi come, dietro la descrizione ch'io ve ne avea fatta in un lungo scritto (estratto in gran parte da una Memoria da me spedita poco prima alla Società Reale di Londra), come, dico, avevate costrutto il mio nuovo apparato per l'elettricità metallica perpetua, e ottenutine esattamente i resultati che vi avea esposti, e trovatili affatto sorprendenti; mi accennavate alcune ulteriori ricerche, e tentativi, che vi proponevate di fare: a proposito di che vi diedi con altra mia lettera alcuni schiarimenti, e vi comunicai diverse mie idee relative al soggetto. In seguito avendomi detto di non comprendere voi abbastanza la teoria di questi nuovi fenomeni elettrici, vi spedii per mezzo del General COLLI la brutta copia con alcune correzioni di quelle tra le mie Memorie stampate nei Giornali del Professore BRUGNATELLI, in cui più chiaramente avea esposto e dimostrato il nuovo principio di elettricità da me scoperto fin dalle prime sperienze sul *Galvanismo* nel 1792, e sostenuto in seguito costantemente contro ogni sorta di opposizioni: principio, il quale stabilisce, che i conduttori di diversa specie, e massime i metallici, applicati a mutuo contatto, sono al dippiù eccitatori e motori perpetui del

(1) *In Cart. Volt. F* 63 *è la lettera autografa in data* « *Vienna* 8 *maggio* 1800 ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

fluido elettrico, in un grado debole bensì, ma pur sensibile, che ho potuto rendere manifesto anche all'elettrometro, e misurare. In esse Memorie, oltre molte altre deduzioni, che sarebbe troppo lungo di quì riferire, ho portato l'applicazione di tal principio fino a determinare in quali casi nel vario accozzamento e intreccio di più coppie di conduttori metallici diversi variamente interpolati da conduttori umidi, in quali casi, dico, prevalendo la forza movente il fluido elettrico, onde son dotati essi corpi, prevalendo da una parte o dall'altra, deve aver luogo la corrente (valevole ad eccitare le convulsioni in una rana preparata, ch'entri nel circolo, ec.), in qual direzione, e con qual forza, e in quali casi no, contrapponendosi e bilanciandosi le forze moventi: molti de' quali casi, tanto positivi, che negativi, ho espressi con delle figure, ossia schemi, che pongono la cosa sott'occhio.

Spero, che avrete ricevuto, e la lettera, e le accennate Memorie prima del mese di Luglio, od al principio del medesimo: da quel tempo fino al presente sono stato sempre aspettando con impazienza, che mi ragguagliaste dell'incontro, che il mio nuovo apparecchio, il quale si fonda intieramente sopra quell'istesso principio, promosso ad ulteriori applicazioni, ad un numero cioè più grande di siffatte coppie metalliche, e di tali interpolamenti di sostanze umide (nel che consiste infine esso apparato), che mi ragguagliaste, dico, dell'incontro che il medesimo avrebbe avuto costì, e presso i vostri dotti corrispondenti d'altri paesi; e più in particolare delle vostre sperienze. Finalmente ricevo la tanto desiderata vostra lettera; e questa mi compensa bene del ritardo, portandomi tale e tanta soddisfazione per i nuovi bellissimi e stupendi risultati, di cui mi fa parte, che maggiore non avrei potuto nè aspettare, nè desiderare.

La calcinazione, ossia nel linguaggio della nuova Chimica, la *termossidazione* de' metalli d'ogni specie a freddo, immersi anche solo per brev'ora nell'acqua semplice, in un collo sviluppo di molta aria inflammabile; una così pronta termossidazione, che se ne vede tosto l'incominciamento, assieme alla comparsa di un gran numero di bolle aeree, e sieguonsi ad occhio i progressi; tale insomma, che in pochi minuti vi presenta la superficie di un filo, o lastretta metallica tutta coperta della propria calce, è invero un fenomeno inaspettato, interessantissimo e affatto mirabile. Che poi codesta calcinazione venga occasionata manifestamente, e promossa da quella blanda e continua corrente elettrica, cui dà incitamento e moto il mio apparato, è cosa non solo mirabile, ma istruttiva al sommo; la quale apre un campo fecondo di nuove speculazioni, e ricerche intorno all'influenza del fluido elettrico ne' fenomeni chimici, alla mutua relazione di questi con quello, e promette infine grandi lumi riguardo all'indole e natura propria del fluido medesimo. Or tali sono le sperienze fatte primieramente in Inghilterra, e ripetute anche costì in Vienna, di cui mi date contezza. Noi dobbiamo singolarmente così

Digitized by Google

bella scoperta al celebre Fisico e Chimico NICHOLSON, Membro della Società Reale di Londra, il quale la deve al mio apparato, la cui descrizione accompagnata dal dettaglio di varie sperienze relative aveva io spedita al Cav. BANKS Presidente di essa Società fin dal mese di Marzo, pregandolo in fine dello scritto di farla particolarmente conoscere ai colleghi CAVALLO, BENNET e NICHOLSON, ed invitarli a ripetere codeste mie sperienze, a moltiplicarle, e variarle.

Fino ad ora non ho avuto alcun riscontro da Londra, eccetto quello, che le mie due lettere che mandai [1], contenenti il transunto di una lunga Memoria sopra tal soggetto (scritta malamente in francese per farmi intendere, e che non ho ancor terminata, stantechè mi va crescendo ogni giorno la materia tra le mani), ossia varj pezzi staccati della medesima erano stati ricevuti dal suddetto Presidente BANKS, e che doveano, fattane la traduzione in Inglese, venir tosto presentati alla Società Reale, e pubblicati quindi nelle Transazioni Filosofiche.

Del resto non fu propriamente la vostra lettera, che mi recò la prima notizia della scoperta elettrico-chimica di NICHOLSON, la quale ha sorpreso voi e me, e sorprender deve ogni intelligente. Pochi giorni prima ch'io ricevessi tale lettera, cioè agli ultimi di Agosto, avea trovato annunziata questa medesima scoperta, e attribuita al prefato autor inglese, in un foglio periodico di Parigi intitolato *le Moniteur* num. 329, con una passabile descrizione del mio apparato a colonna, del modo di tentarlo per riceverne la scossa elettrica più o men forte, e infine della sperienza, di cui si tratta (della succennata calcinazione cioè dei fili metallici mediante tal apparato), come era stata ripetuta a Parigi [2] in una pubblica Lezione sulla decomposizione dell'acqua da non so quale di que' Professori. Ne fui già allora vivamente colpito; ma molto più lo fui in appresso dalla vostra descrizione più estesa ed esatta di tali sperienze, ripetute e variate da cotesto Professore di Vienna JACQUIN, a cui avete voi medesimo assistito, descrizione corredata di un' apposita figura.

Vi dirò ancora, che codesto fenomeno della calcinazione de' metalli nell'acqua, e decomposizione di quest'ultima, per virtù della corrente elettrica mossa e mantenuta perpetuamente in giro dal mio apparato, non mi riuscì del tutto nuovo. Le mie proprie sperienze mi aveano già presentato qualche cosa d'analogo, per non dire lo stesso risultato, e già non era io molto lontano da tale scoperta di NICHOLSON, o almeno avrei potuto esservi facilmente condotto. Avea dunque osservato fin dalle prime prove fatte con detto apparato

---

[1] L'Autore parla di due lettere inviate a Londra, ma nelle Trans. Filos. non si trova di lui in quel tempo che quella da noi riportata alla pg. 95, T. II P. II. (*Nota di Ant. Coll.*). — *Vedi numero precedente.* [*Nota della Comm.*]

[2] *Il Volta dichiara di aver scritto per isbaglio* Parigi *invece di* Londra *in nota alla lettera diretta allo stesso Landriani in continuazione di questa. Vedi N.°* XXIX. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

di mia invenzione, singolarmente con quello a corona di tazze, avea, dissi, osservato fin dall'inverno scorso, che la corrente elettrica mossa da cotal apparato determinava, e promoveva in singolar maniera la calcinazione delle lastre metalliche diverse in tutta quella parte ch'esse passavano nell'acqua, sia pura, sia carica di sali, e massime delle lastre di zinco, in guisa che comparivano dopo non molto tempo, cioè a capo di qualche giorno, tempestate tutte di un gran numero di bolle d'aria, indi coperte di una grossa crosta di calce, e ne depositavano ancora in copia, e che i sali pur essi, in ispecie il sal comune (ossimuriato di soda), e il sal di Glaubero (ossisolfato di soda) e l'allume (ossisolfato d'allumina) andavano presto a decomporsi, comparendo la soda a nudo, ec.. Quest'ultimo effetto, ch'è assai più manifesto in detto apparato a tazze, che in quello a colonna, fu osservato alcuni mesi dopo, cioè ai primi di Aprile, anche dal mio collega e amico Professore BRUGNATELLI, in occasione che avendogli io mostrato in una corsa che feci di quel tempo a Pavia, cotal mio apparato, e le principali sperienze con esso, si applicò tosto a ripeterle con uno simile costrutto da lui. [3]

Ma la calcinazione di dette lastre, che pescano nell'acqua delle tazze con superficie discretamente ampie, e fanno la principal parte, anzi con essa acqua, o pura o salata, tutto il mio apparato; una tal calcinazione della superficie immersa di esse lastre larghe, tuttochè promossa grandemente dalla corrente elettrica, come appariva manifestamente, era ancora molto lenta in paragone di quella, che dietro il ritrovato di NICHOLSON si opera sopra fili metallici piuttosto sottili, o, come trovo io meglio, sopra laminette assai strette, che peschino da una parte in boccette o tubi di vetro pieni d'acqua, e ne sporgano dall'altra, ed applichinsi convenientemente all'apparato, in guisa cioè di compire il circolo conduttore, e dar luogo alla corrente elettrica continua. Quella calcinazione delle mie lastre larghe pescanti nelle tazze, e componenti l'apparato, non giungeva al segno di farle comparire rivestite, neppure le lastre di zinco, di una grossa patina, o crosta terrea, se non a capo di uno, o più giorni, come già dissi: laddove quest'altra calcinazione dei fili o lastrette metalliche strettissime, che penetrano nella boccetta, o tubo a' ciò destinati, succede in pochi minuti, ed è visibile al momento, che tale boccetta o tubo vengono applicati all'apparato motore dell'elettricità a guisa di arco conduttore per comunicare il circolo: visibile per le bolle d'aria, che spuntano tosto, e crescono mano mano sulla superficie d'uno di cotesti fili singolarmente, e per una specie di velo, o nuvoletta, che qual fumo involge l'altro filo, e piove giù in lunga striscia per entro all'acqua, e raccogliesi sul fondo, manifestandosi anche nel colore per vera e genuina calce di esso metallo;

---

[3] *In Br. Ann. si legge a questo punto una nota personale dell'editore.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

della qual calce compare ricoperta in breve d'ora tutta la superficie immersa nell'acqua d'ambi i fili, oltre quella, che, come or ora si è detto, raccogliesi in fondo del tubo o boccetta, e che trovasi, continuando l'esperienza, cioè lasciando andare le cose da sè, dopo un giorno o due assai abbondante.

Una così pronta e rapida calcinazione de' metalli nell'acqua semplice e fredda, torno a dire, è ben mirabile. Ma quello ch'è ancor più prodigioso si è, che di questa maniera, e con tale e tanta prontezza, e a vista d'occhio si calcinino non che zinco, stagno, ferro, rame e gli altri metalli ignobili, la calcinazione de' quali avea io pur trovato, come ho fatto osservare, venir insignemente promossa dall'azione elettrica del mio apparato, dalla corrente perenne di fluido da esso incitata e mantenuta; ma ben anche i metalli nobili argento, oro, e platina: ciò che non avrei creduto, e in che consiste il più grande della scoperta. E come mai codesti metalli dissolubili, e termossidabili, il primo soltanto dall'acqua forte, ossia ossiseptonico, e gli altri due dalla sola acqua regia (ossisepto-muriatico), o dall'ossimuriatico termossigenato, e altronde così restii alla calcinazione, talchè sortono illesi e immutati dal più gran calore, e dal più vivo fuoco in contatto dell'aria anche la più pura, ossia del gas termossigeno; come mai codesti metalli perfetti vengono a subire tal calcinazione sì facilmente, e prontamente, a vista d'occhio, nell'acqua semplice e fredda? Qual nuovo prodigioso agente chimico, e quanto efficace gli è mai il fluido elettrico, che scorrendo senza grand'impeto, anzi pur dolcemente, attraverso dei fili d'oro, d'argento, o d'altri metalli, e per un piccolo strato d'acqua ad essi frapposto, come accade nelle sperienze di cui si tratta, decompone quest'acqua, svolgendone il radicale infiammabile in forma di gas, ossia di gas infiammabile, e tirando il termossigeno sopra di essi metalli, e combinandovelo, che è quanto dire calcinandoli?

Si conosceva, è vero, la termossidazione di alcuni metalli in contatto dell'acqua pura, collo svolgimento di molta aria infiammabile; ma dei soli ferro e zinco, e per lo più coll'ajuto di un calore, che facesseli roventi, o meglio candenti. Ma nelle nuove sperienze, di cui ora si tratta, tutti i metalli, nessuno eccettuato, e i nobili così bene che gl'ignobili sono facilmente termossidati, e prontamente; e lo sono senza bisogno di riscaldar punto nè essi metalli, nè l'acqua in cui pescano. È dunque il fluido elettrico, che scorre pe' detti metalli, e passa invisibilmente, placidamente, e continuatamente dall'uno all'altro attraverso un piccolo strato di acqua, più attivo ed efficace in determinare e promovere la decomposizione di questa, e la termossidazione di quelli, che non è il fuoco, ossia un calore intensissimo, e portato fino all'incandescenza di essi metalli. È dunque per sè stesso un vero agente chimico de' più efficaci.

Sapevamo ancora dalle belle sperienze dei celebri Fisici Olandesi DEIMAN e TROOSTWICH, che le scariche elettriche discretamente forti, a segno cioè di spezzare con viva e sonora scintilla una lamina d'acqua frapposta alle punte

Digitized by Google

di due fili metallici, son valevoli a decomporre essa acqua, risolvendola ne' due gas termossigeno e infiammabile, come infatti se ne decompone ad ognuno di tali colpi, o piccioli fulmini, una porzioncella, e sviluppansi alcune bollicine aeree. Ma ciò alla fine non era tanto mirabile; come non lo è che le più forti scariche delle grandi boccie di Leyden, e delle batterie elettriche cariche, che sono veri fulmini, termossidino in un colpo de' fili o laminette di qualsisia metallo, spezzino, fondano, scaglino altri corpi, essi non sono, dico, tali effetti molto mirabili, conoscendosi la forza penetrante, e la somma attività di tali poderose scariche, di tali piene di fluido elettrico spinte gagliardamente, e forzate ad un angusto passaggio; e potendosi considerare in certo modo quegli effetti come prodotti da una causa meccanica. Altrettanto più mirabile invece deve sembrarci, che un fiumicello di fluido elettrico, scorrente con poco o niun impeto, sebbene anch'esso in canale alquanto ristretto, qual è quello dei fili metallici che pescano nell'acqua, e trapassante dall'uno all'altro senza scoppio e strepito di sorta, senza occasionare neppur scintilla, in una parola con debolissima tensione, dee, dico, sembrare oltre modo mirabile, che una così fatta blanda corrente elettrica, qual è quella, che il mio apparato move di continuo, se compito è il circolo conduttore, o tende a movere, se desso è interrotto, con una tensione che non ha forza di vincere un picciolo ostacolo, di superare un picciolissimo intervallo, che non giunge ad innalzare neppure di un grado il mio elettrometro a paglie sottili (*a*), sia poi valevole a decomporre l'acqua, e termossidare prontamente dei fili e lastrette di qualsisia metallo, anche nobile, pescante in quella, ec., come han fatto vedere le recenti sperienze di NICHOLSON a Londra, ripetute col più felice esito a Parigi, ed ultimamente in Vienna sotto i vostri occhi.

Potete ben credere amico, che ho voluto ancor io ripetere tali sperienze quì in Como mia patria, dove ho inventato ed eseguito l'apparato, che ha condotto a questa nuova scoperta; apparato, che ha fatto tanta sorpresa e romore dappertutto, e che presenta ogni giorno nuove maraviglie. Sono 9 mesi, che me ne occupo con successo, sia variandone la costruzione, e cercando di migliorarla (*b*), sia estendendone le sperienze, dirette non solo a perfezionare

---

(*a*) Se i metalli alternativamente disposti, ond'è composto l'apparato, sono argento e zinco, o rame e zinco, e la serie è di 50 o 60 coppie, arriva allora la tensione elettrica a far divergere a dirittura le paglie dell'elettrometro di un grado, cioè di mezza linea, di due gradi, cioè una linea, se le coppie metalliche sono 100, ecc. ed anche a far vedere qualche scintilla: ma per le calcinazioni, di cui si tratta, bastano 30 coppie, 20, ed anche meno, che non affettano sensibilmente l'elettrometro, se non con l'aiuto del Condensatore, e molto meno producono scintilla.

(*b*) Tralle molte diverse costruzioni, che gli ho date, e di cui mi propongo di pubblicare quanto prima la descrizione, ve ne ha che lo rendono un istrumento comodo e tascabile.

Digitized by Google

le teorie elettriche, o sia a meglio e più a fondo comprendere le leggi nuovamente scoperte; ma in gran parte ancora a farne delle utili applicazioni alla Fisiologia, ed alla Medicina: intorno a che le mie ricerche mi hanno presentato molti risultati non meno interessanti che curiosi, e alcune, che posso dire vere scoperte elettrico-fisiologiche che vi comunicherò in altra occasione. Or dietro la scoperta elettrico-chimica di NICHOLSON, cui ha servito l'istesso mio apparato, e subito dopo che ne ho avuto miglior contezza dalla vostra lettera, mi son rivolto a queste nuove sperienze, variandole in molti modi; ed ho già nel corso di queste tre settimane, oltre aver notato varie circostanze e aggiunti, che meritano molta riflessione, ottenuto alcuni risultati, che credo nuovi, e vanno a portare qualche cambiamento, o modificazione alla teorìa adottata ormai generalmente della calcinazione de' metalli; sembrando indicare, che in due maniere possono venir questi calcinati nell'acqua, cioè; o combinandovisi il solo termossigeno di questa, mentre il radicale infiammabile se ne svolge in forma di gas, come lo vuole appunto l'accennata teorìa pneumatica; o combinandovisi l'acqua in natura, senza decomposizione, senza svolgimento alcuno di gas: le quali due specie di calcinazione presentano una notabile differenza anche nel colore delle rispettive calci, ec.. Ma tuttociò col dettaglio delle mie sperienze lo riservo per un'altra lettera, essendo la presente divenuta già troppo lunga.

Sono intanto, ec.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXIV.

LETTERA AD UN IGNOTO
SU L'INVENZIONE DELLA PILA E RICERCHE SUGLI EFFETTI CHIMICI

Pavia, Primavera 1801.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **E 45, E 48.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: In E 48 leggesi: « Pavia, 26 marzo 1801 », in E 45, (1ª riga) leggesi: « Nella vostra lettera del 4 *scaduto* marzo ».

E 45, E 48. Sono due minute della medesima lettera con andamento nel principio quasi eguale; in E 45 (minuta posteriore) è riportato un lungo brano scritto in francese che segue da vicino il contenuto della lettera al Banks presentando maggiore sviluppo e qualche aggiunta.

E 45 si interrompe con questa citazione, mentre E 48 prosegue con un breve tratto scritto in italiano, che si pubblica in nota.

Si può presumere che il destinatario sia l'abate Vassalli per le seguenti due ragioni: I° perchè il V. invita il destinatario a « procurarsi un tal giornale (Bibliotheque Britannique) dai Librai Reycends » i quali notoriamente avevano libreria a Torino; II° perchè il V. accenna a una corrispondenza con lo stesso destinatario tenuta tra il 1792 ed il 1798.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nella vostra lettera de' 4 scaduto marzo (v. st.) mi domandate conto, anzi pure mi chiedete un transunto dello scritto, che mandai alla Società R. di Londra ha ora giusto un anno, contenente la descrizione del mio nuovo Apparato per l'*Elettricità metallica*, e le principali sperienze, ch'io avea fatte fino a quell'epoca col medesimo, poi anche un ragguaglio di quelle, che son andato facendo in seguito fino al giorno d'oggi. Volete insomma essere da me informato direttamente di quanto concerne codesto mio Apparato, che dimostra con effetti cotanto manifesti di scosse ripetute senza fine e quanto si voglia frequenti, di pungimento e bruciore sulla pelle, ecc., l'elettricità eccitata dal semplice mutuo contatto di conduttori diversi, specialmente metallici, e mossa incessantemente, ove continuino tali contatti. Non vi vuol poco, amico e collega stim.^{mo} a soddisfarvi, essendo molte le cose; pur vedrò di farlo, per quanto lo permettano i limiti di questa e di qualche altra lettera, e il tempo, che posso impiegarvi, trovandomi d'altronde molto occupato.

L'accennato scritto non era esso medesimo che il transunto di una lunga Memoria ch'io stava preparando, e che non ho terminata ancora, crescendomi ogni giorno la materia tralle mani; era il medesimo composto di varj frammenti accozzati senz'ordine, e che lasciavano delle lacune; scritto come ho potuto in una lingua, che non è la mia, cioè la Francese, per essere questa meglio intesa dagli esteri che l'Italiana, e mandato in due volte sotto forma di lettera al Cav. BANKS, Presidente della Società Reale. Tal quale egli è questo mio scritto deve essere stato tradotto in Inglese, e pubblicato nell'ultimo volume delle Transazioni Filosofiche. È comparso poi più in ristretto nell'esimio *Journal of Natural Philosophy, Chemistry, and the Arts* di NICHOLSON pel mese di luglio 1800, con aggiuntevi molte sperienze di esso Giornalista Inglese e di CARLSLILE concernenti la decomposizione dell' acqua, la calcinazione e meglio dicasi ossidazione de' metalli, ed altri effetti chimici, che presenta cotal Apparato di mia invenzione. Altre Memorie sopra questi medesimi fenomeni elettrico-chimici riporta poi l' istesso Giornale in quello e nei susseguenti quaderni, di altri Autori Inglesi, cioè CRUICKSHANK, HENRY, e DAVY. Finalmente un estratto di tutto questo trovasi nell'altra eccellente opera periodica, che si stampa in Ginevra col titolo di *Bibliotheque Britannique*,

Digitized by Google

Tom. XV. n.° 113-114, e n.° 121-122, che è l'ultimo, che ho potuto avere (potrete voi facilmente procurarvi un tal Giornale da questi Libraj REYCENDS, che lo fanno venire per molti associati). Altri Giornali pure di Francia, e di Germania vi danno descrizioni, e nuove sperienze su questo soggetto, in ispecie il *Magazin Encyclopedique*, gli *Annales de Chymie*, ecc. Vediamo insomma, e ne ho la più grande compiacenza, che da tutte le parti i Fisici e i Chimici se ne occupano a gara.

Comunemente hanno essi rivolte le loro ricerche agli effetti chimici, e poco o nulla a quelli semplicemente elettrici, facendo in certo modo vista d'ignorarli o di non riconoscerli per tali affettando i termini d'influenza Galvanica, di fluido Galvanico, invece di dire nettamente fluido elettrico, corrente elettrica, come io mi sono sempre espresso, ed è ora resa la cosa evidente e così pure sembrano fare poco conto degli altri effetti che voglion dirsi elettrico-fisiologici, che sono per altro niente meno singolari e sorprendenti, come potrete rilevare da quanto verrò accennandovene. Io all'incontro mi occupai dapprincipio in gran parte intorno a questi e più ancora intorno a ciò, che riguardava propriamente la teoria elettrica, e mirava a viemmeglio stabilire, ed applicare il mio gran principio, dell'impulso cioè che vien dato al fluido elettrico in virtù del semplice mutuo contatto di metalli fra loro diversi; essendo questo nuovo principio in elettricità da me sospettato fin dalle prime sperienze sul Galvanismo, adottato quindi decisamente e stabilito, con sicurezza, esteso poi anche ai conduttori non metallici, o di 2.ª classe, cioè alle sostanze umide, confermato con sempre nuovi argomenti e prove sperimentali, e sostenuto in seguito contro ogni sorta di obbjezioni, e reso finalmente manifesto e portato all'ultima evidenza co' segni ch'io era giunto anni sono ad ottenere nell'Elettrometro mercè il solo e semplice mutuo contatto di due lamine metalliche diverse ed anche di altri conduttori non metallici, come han fatto vedere varie mie Memorie sopra questo soggetto pubblicate successivamente, nei Giornali di BRUGNATELLI dal 1792 al 1798, alcuna delle quali a voi diretta, essendo, dico, un tal principio, quello che mi avea condotto da ultimo alla costruzione del nuovo stupendo Apparato elettromotore, apparato, che porta i fenomeni del Galvanismo a un sì alto grado di forza, ed imita pur così bene e in tutto quelli della Torpedine, come mi propongo di far vedere, indicandoli procedenti dal medesimo mio principio soprindicato; apparato scuotente non che le rane preparate, ecc. ma le mani e le braccia di una, o di più persone; vellicante e mordente rabbiosamente la pelle, ecc., movente s'egli è grande abbastanza e ben in ordine, i miei elettrometri a paglie, ed eccitante perfino la scintilla, e ciò anche senza aiuto di Condensatore, ma molto più con tal aiuto.

Comechè per tanto fossero a questi oggetti principalmente dirette le mie sperienze sul principio, cioè un anno fa, progredendo così dietro quelle

Digitized by Google

più antiche che le avean fatte nascere, e mi avean mano mano condotto alla costruzione del nuovo strepitoso Apparato, e così ancora rivolte a perfezionare in un colla teoria elettrica codesto Apparato medesimo, a variarne le forme, ecc., non mi sfuggirono del tutto gli effetti chimici da esso prodotti, e non tardai molto a donar loro qualche attenzione, se non tutta quella, che meritavano. Osservato avea con sorpresa fin sulle prime la pronta $\frac{\text{ossidazione}}{\text{calcinazione}}$ de' pezzi di metallo, ond'erano costrutti varj di questi miei apparati (giacchè ne costrussi in più maniere e forme diverse); la pronta $\frac{\text{ossidazione}}{\text{calcinazione}}$, dico, nelle faccie metalliche poste in contatto dell'acqua, sia semplice, sia salata, e massime nello zinco tanto puro, che legato con dello stagno, ecc. Che se non ne parlai nello Scritto imperfetto, e a pezzi mandato dodici mesi sono a Londra in forma di lettere, nel quale molte altre cose ho ommesse, ben ne feci parte di un tal fenomeno d'altri pure chimici verso il medesimo tempo, cioè fin dai primi di Aprile dello stesso anno 1800, al mio Collega e Professore di Chimica BRUGNATELLI.

Fu però solamente verso il fine dell'Estate, che venni eccitato a portare una più seria e particolar attenzione a tali effetti elettrico-chimici da una lettera del Cons. MARSILIO LANDRIANI da Vienna, in cui mi ragguagliava sommariamente delle nuove sperienze di NICHOLSON, nelle quali, fatto arco conduttore dall'uno all'altro estremo del mio Apparato Elettro-motore, ossia compito il circolo per mezzo di due fili metallici pescanti nell'acqua di un tubo di vetro, comparivano e vi spiccavano da uno de' fili singolarmente, molte bolle di aria infiammabile, nate dalla decomposizione di essa acqua ed esso filo (dovea dire piuttosto l'altro) si calcinava a vista; sperienze, ch'erano state verificate in presenza di esso LANDRIANI da quel Professore Viennese JACQUIN. Allora mi applicai di proposito a ripeterle ancor io, e variarle in più guise, e molti nuovi e bei risultati ne ho ottenuti; picciola parte de' quali ho già comunicato al prefato LANDRIANI nella mia lettera risponsiva scrittagli in 7bre passato [1] (la quale assieme alla sua fu inserita da BRUGNATELLI nel tomo XVIII de' suoi *Annali di Chimica* pubblicato poco dopo in Pavia), promettendo di comunicargli in seguito il resto, come eseguirò. Intanto ne farò parte anche a voi se non colla presente, che riuscirà già lunga abbastanza senza questo, in altre lettere successive.

Per ora stimo non poter far meglio che trascrivervi i primi paragrafi della Memoria sopraccennata che trasmisi l'anno passato a Londra, con poche parole mutate, e tralasciando varie note che vi ho aggiunte ai luoghi che indicherò qui soltanto con un asterisco.

---

[1] *Vedi Numero precedente.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

« Je me fournis de quelques douzaines de petites plaques rondes, ou « disques d'argent, ou bien de cuivre, ou mieux d'un alliage de cuivre et d'argent, « d'un pouce de diamètre plus ou moins, p. e. de petits écus, ou autres mon- « noyes, et d'un nombre égal de plaques de zinc de la même figure et grandeur « à-peu-près: je dis à peu près, parce qu'une précision n'est point requise et « en general la grandeur, aussi bien que la figure des pieces métalliques est « arbitraire; et on doit avoir égard seulement qu'on puisse les arranger com- « modement les unes sur les autres. Je coupe en outre, et tiens préparées autant « de rondelles de carton, de peau, de drap, ou de quelqu'autre matière spon- « gieuse capable d'imbiber et de retenir beaucoup de l'eau, ou de l'humeur, « dont il faudra pour le succès des expériences, que ces rondelles soient bien « trempées. Celles-ci, que j'appellerai disques mouillés, je les fais un peu plus « petites que les disques ou plateaux métalliques, afin qu'interposées à ces « derniers de la manière que je dirai tantôt, ils n'en debordent pas.

« Ayant sous ma main toutes ces pieces en bon état, c. à. d. les disques « métalliques bien propres et secs, et, les autres non métalliques bien imbibés « d'eau salée, et essuyes ensuite legerement, pour que l'humeur n'en degoutte « pas, je n'ai plus qu'à arranger ces pieces comme il convient; et cet arran- « gement est simple et facile.

« Je pose donc horizontalement sur une table, ou base quelconque un des « plateaux métalliques, p. ex. un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un « second de zinc; sur ce second plateau je couche un des disques mouillés; « puis un autre plateau d'argent suivi immediatement d'un autre de zinc; « auquel je fais succeder encore un disque mouillé; et je continue ainsi avec « la même teneur accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toûjours « dans le même sens (c. à. d. toûjours l'argent dessous et le zinc dessus, ou « *viceversa*, selon que j'ai commencé), et interposant à chacune de ces couples « métalliques un disque mouillé, je continue à former de plusieurs de ces étages « une colomne, (une pile) aussi haute qu'elle peut se soutenir, sans s'écrouler.

« On peut en joignant ensemble chaque plateau d'argent, ou bien de « cuivre rouge (peu inferieur en vertu à l'argent), avec un plateau de zinc, au « moyen d'una soudure d'étain; ou autre soudure métallique quelconque, « former de chacune de ces couples un seul plateau, un plateau doublé. Je me « sers avec avantage de ces plateaux doublés, de la moindre épaisseur possible, « qui sont ou des disques de zinc d'un pouce environ de diamètre plaqués « d'argent, ou des disques de cuivre étamés avec du zinc, melé à de l'étain, « (que je trouve aussi bon que le zinc pur lors même que la proportion d'étain « l'emporte au dela du double) je me sers, dis-je, de ces plateaux doubles « et minces avec avantage attendu que l'arrangement et construction de la « pile ou colomne devient plus facile et expeditif; et qu'elle se soutients mieux. « Mais l' autre avantage plus essentiel est que les contacts mutuels des mé-

Digitized by Google

« taux différents (d'où dépend l'action sur le fluide électrique) s'accomplissent « beaucoup mieux par cette jonction fine que fait la soudure, que par la simple « application, qui ne porte jamais qu'un contact imparfait, et d'autant plus « imparfait, que la ternissure, que contractent si aisément les métaux, et sur- « tout le zinc si fort calcinable, ou quelqu'autre enduit de matière héterogene « empechent souvent le contact immediat des dits métaux.

« Voilà l'appareil construit, et en état d'agire continuellement, tant « qu'il ne sera point derangé, tant que l'humeur des disques mouillés interposés « à chaque couple metallique subsistera en quantité suffisante, c. à. d. que « ces disques ne seront pas dessechés entierement, ou en grande partie, tant « qu'il n'y aura la moindre interruption dans toute cette chaine de conduc- « teurs, etc.

« Mais quels sont donc les effets de cette action soutenue et perpetuelle, « qu'il exerce, et quelle sera leur force? Celle-ci depend singulierement de la « qualité des métaux accouplés, qui entrent dans la construction de l'appa- « reil, et du nombre de ces couples. Or dans le cas, où les métaux accouplés « sont argent pur, ou allié avec le cuivre, et zinc, soit pur, soit mélé d'étain « si ces couples entasseés regulierement et interpolées par autant de disques « bien mouillés formant tous ensemble une colomne, arrivent seulement a « 16 ou 20, une telle colomne sera déjà capable non seulement d'électriser un « bon Condensateur de trois ou quatre pouces de diametre, auquel on la fasse « toucher convenablement par sa tête ou extremité superieure, tandis que « son pied ou extremité inférieure communique librement avec la terre; de « charger ce Condensateur en un instant au de là de 20, 30, 40 degrés de l'Elec- « trometre de CAVALLO, ou du mien à pailles minces, et de 2 ou 3 degrés du « Quadrant electrometre, non seulement de charger en très-peu de tems, et « au même degré un autre condensateur beaucoup plus grand, s'il est égale- « ment bon; de le charger au point de lui faire donner une étincelle, etc.; et « tout cela autant de fois qu'on veut; mais aussi de frapper les mains, avec « lesquels on vienne établir une communication entre les dites extremités « (la tête et le pied d'une telle colomne), de les frapper d'un ou plusieurs petits « coups, et plus ou moins fréquents, suivant qu'on réitere ces attouchements: « chacun des quels coups ressemble assez bien à cette legere commotion que « fait éprouver une bouteille de Leyde foiblement chargée, ou mieux une « batterie qui le soit beaucoup plus foiblement encore, ou enfin une Torpille « languissante; la quelle Torpille pour le dire une autre fois, imite encore mieux « les effets de mon appareil par la qualité, et par la suite des coups repetés « qu'elle peut donner.

« Au reste pour bien obtenir de telles legeres commotions de cet appareil, « que je viens de decrire, et qui est encore trop petit pour des grands effets, « il faut en toucher les deux extremités, le premier et le dernier plateau mé-

Digitized by Google

« tallique (ou un des premiers et un des derniers) non pas immediatement « avec les doigts, mais avec des lames métalliques empoignées; il faut aussi « que ces mains soient humectées au point que la peau, qui autrement n'est « pas un bon conducteur, se trouve bien mouillée; il faut qu'elles embrassent « une large surface de ces lames, et les serrent étroitement. Lors donc, et toutes « les fois qu'avec ces attentions on viendra toucher par les lames ainsi empoi- « gnées le premier et le dernier plateau de la colomne, ou un des premiers, et « un des derniers à les toucher simultanément on sentira comme un fourmille- « ment dans chaque main, et une legere secousse, qui s'étendra au poignet, « et même au de la.

« Pour recevoir des commotions considerablement plus fortes, il est bon « de faire communiquer par le moyen d'une lame suffisamment large, ou d'un « gros fil metallique, le pied de la colomne, c. à. d. le plateau du fond avec l'eau « d'un bassin, ou coupe assez grande, dans laquelle on tiendra plongé un doigt, « deux, trois, ou toute une main; tandis qu'on viendra toucher la tête, ou ex- « tremité superieure, le dernier, ou un des derniers plateaux de cette colomne « avec la lame empoignée comme ci-dessus par l'autre main.

« Enfin il faut avoir l'attention, que cette lame, de même que le plateau « qu'elle va toucher soient suffisamment nets (ils seront d'autant bons et meil- « leurs qu'ils auront leur brillant métallique) aux endroits où doit se faire le « contact; car autrement si ces métaux etoient fort ternis ou sales calcinés, « quoique legerement, ou couverts d'une croute quelconque dans ces pointes, « le contact ne se faisant pas alors par des bons conducteurs, le courant élec- « trique ou n'auroit pas lieu, ou seroit trop gené et rétardé pour pouvoir donner « la commotion qu'on en attend. Encore pour l'avoir dans toute sa force « faut-il que les dits métaux se touchent à sec, et plutôt brusquement, a fin que « la meilleure communication, et le passage entiérement libre du fluide élec- « trique s'établissent tout-à coup, et non pas petit à petit, comme il arrive « lorsque l'humidité, ou quelqu'autre matière interposées commence une com- « munication imparfaite, et ne conduit que par degrés à la parfaite du contact « métallique.

« En procedant de cette manière, et avec toutes ces attentions je puis « déjà obtenir un petit picottement, ou legere commotion dans une ou deux « articulations d'un doigt plongé dans l'eau du bassin ou tasse (Pr.), « en touchant avec la lame empoignée par l'autre main le 4.e et même la 3.e « paire de plateaux, à compter de bas en haut. Touchant ensuite la 5.e la 6.e « et de proche en proche les autres jusqu'à la dernière, qui fait le sommet de « la pile, il est curieux de prouver comment les commotions augmentent gra- « duellement en force et en étendue. Or cette force est telle, que je parviens « à recevoir d'une semblable pile formée de 20 plateaux doublés, pas davan- « tage, des commotions qui prennent tout le doigt, et l'affectent même assez

Digitized by Google

« douloureusement, s'il est plongé seul dans l'eau du bassin, qui s'étendent « sans douleur jusqu'au poignet, et meme jusqu'au coude, si la main est plongée « en grande partie, ou toute entiere; et se font sentir encore au poignet de « l'autre main armée de la lame métallique, qui va completter le cercle.

« Je suppose qu'on ait aussi pratiqué toutes les attentions nécessaires « dans la construction de cet appareil; que chacune des paires ou couples des « plateaux resultante d'une plaque d'argent ou de cuivre appliquée à une de « zinc ou mieux soudée ensemble (Pr.) communique à la couple qui suit « par une couche d'humeur suffisante, laquelle soit de l'eau salée plutôt que « de l'eau pure, ou par une rondelle de carton, de peau, ou autre semblable « bien imbibé de cette eau salée, laquelle rondelle ne soit pas trop petite (elle « ne devroit pas avoir moins d'un pouce de diametre, et il seroit bon qu'elle « fût encore plus grande), et dont les surfaces soient bien collées aux surfaces « des plateaux, entre les quels elle se trouve interposée. Cette application assez « exacte et étendue des rondelles, ou disques mouillés aux surfaces métalliques « est très-importante pour le bon succès des expériences; au lieu que les pla- « teaux de chaque couple peuvent ne se toucher entr'eux qu'en peu de points, « pourvu seulement qu'un tel contact métallique soit immediat, condition « essentielle comme j'ai dejà fait observer.

« Tout cela fait voir assez clairement, que si le contact des métaux en- « tr'eux fait en quelques points seulement suffit, étant tous d'excellents conduc- « teurs, pour donner passage à un courant electrique, tel que celui dont il « s'agit; il n'en est pas de même pour les liquides, ou corps imbibés d'humeur, « qui sont des conducteurs beaucoup moins parfaits, et qui par conséquent « ont besoin d'un ample contact avec les conducteurs métalliques, et plus « encore entr'eux, pour que le fluide électrique puisse passer avec assez de « facilité, pour qu'il ne soit pas gené et trop retardé dans son cours, sur-tout « lorsqu'il est poussé avec tres-peu de force et qu'il n'arrive qu'à une foible « *tension* comme dans notre cas: ce que j'aurai occasion de montrer et expliquer « mieux dans la suite.

« Au reste les effets de mon appareil les plus marqués, je veux dire, non « pas ceux qu'il produit sur le Condensateur et l'Electrometre que j'ai à peine « indiqués (Pr. 12) me reservant à les developper ailleurs, effets qui ne changent « que peu ou point par le changement des circonstances, que je vais indiquer; « mais ceux des commotions sont considerablement plus sensibles à mesure « que la temperature de l'ambient, ou proprement celle de l'eau, ou des disques « mouillés, qui entrent dans la construction de l'appareil, est plus chaude, la « chaleur rendant l'eau plus déférente. Mais ce qui la rend beaucoup plus « déférente encore sont les sels, et notamment le sel commun (*a*). Voila une

(*a*) J'ai trouvé des sels meilleurs à cet égard pour cet effet.

Digitized by Google

« des raisons, si non la seule, pourquoi il est si avantagieux à l'objet d'obtenir « des fortes commotions, que l'eau du bassin ou l'on plonge la main et sur- « tout celle interposée à chaque paire de plateaux métalliques, l'eau dont sont « imbibés les disques de carton, ou de peau, soit de l'eau salée, comme j'ai « prescrit ».

Da E. 48 (*datata* 26 *Marzo* 1801) *si riporta il seguente brano nel quale riprende la lettera.* [*Nota della Comm.*].

Riguardo alle costruzioni dell'apparato vi devono essere già noti abbastanza dalle descrizioni che ne han date i Giornalisti e da quanto avete già veduto, quello che io chiamo *a colonna* e i Francesi *à pile*, e l'altro a corona di tazze, cioè coi bicchierini, quale fu mostrato a Parigi dal D.r BIRON che lo aveva appreso da me quando fu a Como l'estate passata. Vi farò dunque solamente cenno di una terza forma che immaginai ed eseguij dopo l'apparato a Colonna e prima di quello a bicchieri; ed è di molte picciole coppe di rame stagnate di dentro con stagnatura di rame e zinco a dosi presso a poco eguali. A proposito di che giova sapere che i due metalli.....

Digitized by Google

XXV.

LETTERA

DEL CITTADINO A. VOLTA
AL CITTADINO N. N.

SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL PRETESO FLUIDO GALVANICO

Pavia: 29 *Floréal. an* IX (18 *Maggio* 1801).

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Mons Journ. T. I, cahier 15 brumaire an X (6 novembre 1801) pg. 167, T. II, cahier 15 pluviose an X (4 febbraio 1802) pg. 158.	Cart. Volt.: **E 44**; J 58; J 59; **J 79.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: tradotto da Mons Journ.

DATA: da Mons Journ.

E 44: testo italiano dell'articolo di Mons Journ. completo e migliore del testo francese e per ciò scelto per la pubblicazione.

J 58: brano di una prima minuta scritta in francese dello stesso articolo.

J 59: brano scritto in francese che comprende parte della lunga nota storica.

Digitized by Google

J 79: principio di una Memoria diretta ad uno scienziato francese per comunicare l'invenzione della pila allo Istituto Nazionale di Francia.

Se si confronta l'introduzione, di forma epistolare, tratta da questo manoscritto, coll'accenno (che più avanti s'incontra nella lunga nota al testo di E 44) alla dimostrazione fatta dal V. delle sue esperienze ai «celeberrimi Monge e Berthollet» vien fatto di pensare che probabilmente il Cittadino N. N., destinatario della lettera contenuta nel presente numero XXV sia eppunto Gaspare Monge.

Il Prof. A. Volta iunior suppone che il V. abbia lasciato interrotta questa minuta (J 79) perchè delegato col Prof. Brugnatelli a presentare gli omaggi della Università di Pavia al Primo Console. In quella occasione per le molte sollecitazioni ricevute fece personalmente, come è noto, in Parigi la comunicazione dell'invenzione.

Si pubblica il principio del Mns J 79 per mettere in rilievo lo scopo originario del Mns stesso; la rimanente parte di esso coincide col testo pubblicato.

Digitized by Google

da J 79:

« Lorsque j'eus le plaisir, il y a quattre ans, de faire votre connoissance personnelle à Côme ma patrie, où vous m'honorates d'une visite, et que je vous mis sous les yeux quelques unes de mes nouvelles experiences, par lesquelles je montrois directement l'électricité produite par le simple contact de deux métaux de differente espece, ou d'autres conducteurs aussi differents, la rendant sensible cette électricité à l'electrometre, notamment celle de deux plateaux appliqués l'un à l'autre et separés un moment après; lorsque je faisois voir par ces expériences aussi simples que décisives, qui alloient droitement au but, et dont vous parutes très-satisfaits, que j'avois eu raison d'attribuer tous les phénomenes du *Galvanisme* à une telle électricité excitée par le contact mutuel des conducteurs différents, sur-tout métalliques, et nullement à une électricité animale dans le vrai sens, c. à. d. propre et active des organes, de l'appeller enfin plûtôt qu'électricité animale, *électricité metallique;* lorsqu'à la vue de ces expériences BERTHOLLET prononça, que la question entre moi et les partisans de GALVANI étoit donc decidée en ma faveur, et que néanmoins vous m'encouragiez tous les deux à les poursuivre, j'esperois bien qu'en les multipliant et variant de plusieurs manieres, comme je me proposois, elles me meneroient plus loin; mais je ne me serois pas attendu à des succès aussi surprenants que ceux que je viens d'obtenir, et que je m'empresse de vous communiquer, pour que vous en fassiez part, si vous le jugez, à l'Institut National (*a*).

Le present ecrit, ou Memoire, ne contiendra encore que quelques resultats frappants, auxquels je suis arrivé il y à près d'une année; car il seroit trop long de les rapporter tous; et d'ailleurs j'en obtiens tous les jours des

(*a*) Il y a plusieurs mois, que je contois envoyer ce Memoire, comme j'en fis part aux medecins BIRON et TOUDDES, qui vinrent me trouver à Côme au commencement de l'été dernier; mais le defaut d'occasion favorable, et quelques accidents m'ont fait differer jusqu'à présent. C'est dans le fond le même Memoire, que j'énvoyai en morceaux detachées les mois de Mars et d'Avril au president de la Société Royale de Londres; mais il a ici plus d'étendue, et j'y ai ajouté des notes.

Digitized by Google

nouveaux, et la matiere augmente entre mes mains au point, que j'en aurai pour plusieurs autres Memoires. Tous ces nouveaux faits sont au reste des consequences du principe que j'établis, ou de cette nouvelle loi d'Electricité que je decouvris dès mes premieres recherches sur le Galvanisme, et par laquelle j'ai toujours expliqué les phénomenes de ce genre sçavoir que les conducteurs sont aussi des *moteurs du fluide* electrique dans les circonstances marquées.

da E 44:

Avete dunque veduto, amico, il mio nuovo Apparato, il quale avvegnachè composto unicamente di metalli e sostanze umide, a contatto fra loro, epperò di tali corpi, che furon sempre tenuti per non elettrici, e semplicemente conduttori, ossia deferenti, inerti per sè stessi, e passivi soltanto, composto, dico, di questi soli denominati *anelettrici* o *simperielettrici*, senza alcuno di quelli, che si credettero possedere esclusivamente la virtù elettrica originaria, e furon chiamati perciò elettrici, *idioelettrici*, ossia elettrici per sè, eccitatori, o motori di elettricità, o con altre simili denominazioni, pur mostrasi attivo di per sè, senza che gli venga eccitamento altronde senza soccorso di elettr. straniera, senza confricazione od altro, e dà con sorpresa e maraviglia di tutti, massime degli intelligenti, delle scosse più o men gagliarde, che devon dirsi elettriche, per ciò almeno che rassomigliano alle scosse, che si hanno dalle boccie di Leyden. Rassomigliano tanto quanto quelle, che ci fa sentire la Torpedine, e gli altri pesci, cui non si è dubitato di chiamare elettrici, e i quali ritengono a buona ragione, e senza contrasto tal nome; delle scosse, che ad imitazione appunto di queste della Torpedine, ecc. anzi più costantemente e immancabilmente si ripetono ad ogni congruo toccamento, sia pur frequente quanto si voglia; scosse, che come le anzidette e le altre elettriche, si trasmettono soltanto dai buoni conduttori dell'elettricità, e in niun modo dal vetro, solfo, resine, od altri coibenti, e neppure da deferenti imperfetti, come legni, ossi, carte, panni, ecc. a meno che siano questi corpi molto umidi, anzi bagnati; scosse insomma, che se non sono elettriche, non si sa comprendere, anzi neppur immaginare quali mai esser possano. Avete veduto codesto Apparato, di recente mia invenzione ed ammirata cotal sua azione energica e indeficiente; e gli effetti del medesimo vi parvero altresì aver molta relazione con quelli del così detto *Galvanismo*, anzi essere in fondo li medesimi portati a un più alto grado di forza: e in ciò avete benissimo giudicato. Ma non contento ancora, e mostrandovi non so come e perchè tuttavia perplesso (per i dubbj forse, e le difficoltà mosse da altri Fisici rispettabili) mi domandate qual sia

Digitized by Google

il mio sentimento sopra le indicate sperienze ed effetti; se quello, che si è voluto già chiamare, e continua puranco a chiamarsi da taluni *fluido galvanico* o più generalmente agente *Galvanico* sia lo stesso che l'agente elettrico, cioè sia il vero e proprio fluido elettrico comune a tutti i corpi, oppure altro fluido od agente non ben conosciuto, come si è preteso da molti; onde, e in qual particolar altra maniera venga esso fluido, qualunque ei siasi, sbilanciato e messo in moto ossia posto in attività in tali sperienze; se i fenomeni del Galvanismo che si otteneano già coi suoi artifici, e quelli tanto più vigorosi e cospicui che si ottengono ora col mio nuovo Apparato siano veramente della stessa specie, e affatto identici, procedano cioè dal medesimo principio; cosa propriamente e immediatamente dimostrino, e con tutta evidenza gli effetti di esso apparato, e a quali altre conclusioni non ancora evidenti possano condurre ecc. Tutte queste cose mi domandate in una volta; amico caro, ma singolarmente se e in qual modo decidano codeste nuove sperienze e fatti la sopraindicata questione che si agita or più che mai, dell'identità, o diversità del fluido Galvanico ed elettrico; e se non lascino sopra ciò più alcun dubbio.

In risposta a tali vostre domande, per ciò che concerne particolarmente l'apparato, di cui si tratta, potrebbe bastare il dirvi, che oltre alle accennate scosse, le quali come ho già fatto osservare si annunciano per elettriche almeno tanto quanto quelle della Torpedine, dell'Anguilla tremante ecc., vi offre esso apparato altri segni elettrici non equivoci, quali non si sono ancora potuti ottenere dalla Torpedine; de' segni sensibilissimi all' elettrometro, e fino la scintilla, e tutto ciò non solamente ricorrendo ad un buon Condensatore e adoperandolo nel modo il più conveniente (col favore del qual istromento parimenti di mia invenzione, cotanto utile ed istruttivo nelle sottili ricerche di elettricità, son persuaso, che otterrei simili segni elettroscopici pur anche dalla Torpedine); ma eziandio senza di un tal soccorso, sol che sia detto Apparato abbastanza grande, e ben in ordine e si osservino nello sperimentare le dovute attenzioni.

Riguardo all'opinione de' Fisici molti sicuramente debbono essersi alla fine disingannati del preteso fluido galvanico diverso dall'elettrico, e avere ormai riconosciuto esser questo solo, che viene messo in giuoco nelle sperienze di cui si tratta e che produce tutti gli effetti, che dianzi attribuivano a quell'altro fluido od agente immaginario: pur ve ne sono ancora non pochi, che persistono tuttavia in tale strana opinione, malgrado le tante prove dirette, e fatti palpabili, che stanno e attestano per il fluido elettrico. Trovansi fra questi non anco convertiti oltre alcuni Fisici e Chimici tedeschi, i celebri Chimici Francesi FOURCROY e VAUQUELIN, i quali in una recente Memoria sostengono essere il fluido Galvanico un fluido particolare diverso dall'elettrico.

Leggo ancora nel Giornale *de l'Ecole Politechnique* 1.er Floreal an. IX le seguenti parole: « la plupart de ceux qui s'occupent de ce fluide pensent,

Digitized by Google

comme les Physiciens de Berlin, qu'il differe du fluide électrique ». In generale scorgesi anche negli altri, che non si decidono, e in quelli pure che propendono ad attribuir tutto, o quasi tutto, al fluido elettrico, una certa qual pertinacia, ed affettazione di ritenere anche per le sperienze che si fanno col nuovo apparato i nomi e le espressioni di sperienze galvaniche, principio od agente galvanico, fluido galvanico, corrente galvanica, nomi ed espressioni incongrue, ma favorite, e di moda. Non mancano però di quelli, che preferiscono apertamente, senza esitazione, e fuori d'ogni ambiguità, i nomi di fluido elettrico, corrente elettrica, e che formalmente hanno deciso e dichiarato francamente esser questo, e non altro il fluido in questione. Fra questi, che chiamar potremmo elettricisti ortodossi, merita d'essere distinto il cel. Fisico e Chimico Inglese GUGLIELMO NICHOLSON, il quale ha pubblicato il primo nel suo esimio Giornale (Journal of Natural Philosophy, Chemistry, and the Arts) al mese di Luglio 1800 l'estratto di una mia Memoria diretta alcuni mesi avanti alla Società R. di Londra, aggiugnendovi egli del suo molte nuove sperienze su certi effetti elettrico-chimici, che produce lo stesso mio apparato de' quali effetti chimici non avea io peranco parlato in essa Memoria, che fui obbligato di mandare per lettere non intera, in mancanza di altra miglior occasione (son questi principalmente una pronta ossidazione dei fili metallici pescanti nell'acqua, colla comparsa di molte bolle di gas idrogeno, ossia aria infiammabile, ed anche in alcuni casi di gas ossigeno, ossia aria vitale). Egli dunque il sig. NICHOLSON dopo aver riferite le principali sperienze contenute in detta mia Memoria imperfetta, e averle in generale verificate, specialmente quelle dei segni ottenuti all'elettrometro, conchiude non poter più dubitarsi, che tutti tali effetti del nuovo mio apparato, e quelli analoghi del Galvanismo, non sieno dovuti all'agente elettrico. «Il ne reste donc plus de doutes que le Galvanisme ne doit etre mis au nombre des phenomenes électriques» (V. Bibl. Britan. Tom. XV. n.° 114). Gli altri Fisici, Medici, Chimici, che in Inghilterra, in Francia, in Germania hanno fatto giustizia, non dirò a me, di lui avvocato e costante ed impegnato, ma al fluido elettrico riclamante i suoi diritti, che abjurando, per esprimermi in quest'altra maniera, l'eresia di quell'altro fluido vanamente supposto, professano una piena credenza ai dogmi dell'elettricità (fra i quali dogmi è pur questo, che il fluido, il quale vien mosso nelle sperienze, di cui si tratta, e produce tutti i fenomeni, che vi si osservano, non è che il puro, semplice, e genuino fluido elettrico), codesti Fisici leali, e buoni credenti, sono pochi, sebbene molti abbiano scritto sopra il soggetto, che ci occupa, e ne vadan continuamente riempiendo i Giornali: pochi almeno son quelli, che si spieghino apertamente senza esitazione, od ambiguità, e coi termini, con cui s'esprime un Giornale Francese, nel quale leggo = Institut National. Physique experimentale = « Le Citoyen HALLÉ a rendu compte des « expériences relatives au Galvanisme, qui ont été repetées, et faites pour

Digitized by Google

« la 1.re fois à l'ecole de Medecine au moyen de l'appareil VOLTA: leur resultat « general est *une demonstration de l'identité du principe Galvanique avec l'elec-* « *tricité* ». Con eguale decisione e franchezza parla, esprimendosi sempre coi termini di fluido elettrico, corrente elettrica, ecc. il Citt. DESORMES in una sua bella ed istruttiva Memoria inserita negli Annali di Chimica, che si stampano in Parigi (Annales de Chimie, etc.: 30 Ventose an IX), la quale Memoria s'intitola = *Experiences, et Observations sur les phénomenes physiques et chimiques que presente l'appareil électrique de Volta.* — Così egli tralascia (e ragion vorrebbe, che si tralasciassero una volta da tutti) le denominazioni spesso erronee pel senso che loro si attacca, e sempre ambigue di sperienze Galvaniche, e di Galvanismo, non che quelle di fluido galvanico, principio galvanico, ecc.

Neppure approvar posso l'espressione di *Elettricità galvanica*, termine adottato da un Giornale Tedesco (Annalen der Physik.... herausgegeben Gilbert Tom. e segu.) per conciliare in certo modo le diverse opinioni; e che lascia perciò la medesima ambiguità.

Le cose fin qui esposte soddisfanno già in gran parte alle vostre domande. Ma per soddisfare più compitamente a tutte, ed informarvi altresì in qualche maniera della serie delle mie idee e sperienze, dietro il nuovo principio da me introdotto in elettricità fin dal 1792, e stabilito quindi sopra fatti sempre più decisivi; per darvi una tal quale notizia storica dei progressi di cotali mie scoperte, (giacchè sembra, che non abbiate lette le molte mie Memorie sopra un tale argomento pubblicate da quel tempo fino a questi ultimi anni in alcuni giornali, specialmente in quello del Professore BRUGNATELLI che si stampa già da un pezzo in Pavia col titolo anch'esso di *Annali di Chimica*), stimo opportuno di trascrivervi quì alcuni paragrafi di altra mia lunga Memoria, che non ho terminata ancora, crescendomi ogni giorno la materia tralle mani; un ristretto della quale però mandai ha più d'un anno alla Società R. di Londra, come già dissi. Questo ristretto, oltre d'essere comparso più ancora in compendio nel Giornale sopra lodato di NICHOLSON, deve essere stato pubblicato tal qual è, anche nelle *Transazioni Filosofiche;* ma nulla ancora ne è sortito colle stampe d'Italia per delle ragioni che è inutile ch'io vi dica. Pochi paragrafi di tal mia Memoria con una lunga nota aggiuntavi fin d'allora basteranno per il presente.

Digitized by Google

LETTERE DUE

DEL PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE ALESSANDRO VOLTA
MEMBRO DELLA SOCIETÀ REALE DI LONDRA E DI MOLTE ALTRE ACCADEMIE

AL CAV. GIUSEPPE BANKS

PRESIDENTE DI ESSA SOCIETÀ ECC.

Como, Marzo-Aprile 1800.

Pr. 1. Dopo un lungo silenzio, del quale non cercherò di scusarmi, ho il piacere di comunicarvi, collega stimatissimo, alcuni risultati sorprendenti, ai quali sono giunto proseguendo le mie sperienze sopra l'elettricità eccitata dal semplice mutuo contatto dei metalli di diversa specie, ed anche da quello di conduttori umidi pure diversi (*a*).

(*a*) È noto come io fui condotto a stabilire questo nuovo e generale principio in elettricità, il quale ha dovuto sulle prime sembrar paradosso, ma che io fondava sopra sperienze dirette e irrefragabili; cioè: che i metalli, ed altri corpi deferenti, non sono già semplicemente tali, ossia meri conduttori, corpi soltanto permeabili al fluido elettrico, quali sono stati tenuti in addietro; ma veri eccitatori e motori perpetui di esso fluido, a segno di produrre, ove in numero almeno di tre diversi un dall'altro, e portati al contatto formino una catena continua e rientrante, ossia compiscano, come usiam di dire, il circolo conduttore, a segno, dico, di produrre, e mantenere *una corrente elettrica continua e indeficiente*. È noto come io spiegava tutti i fenomeni del *Galvanismo* propriamente detti, quelli cioè delle convulsioni eccitate coi noti artificj nei membri delle rane giusta le bellissime scoperte di GALVANI, ecc. ed altri effetti analoghi ossia dipendenti da medesime cause ch'io avea saputo aggiungere a quelle prime scoperte, quali sono fra gli altri le sensazioni di sapore sulla lingua, di luce nell'occhio, di bruciore in certe parti delicate, nelle piaghe, ecc.; è noto, dico, come io spiegava questi e quelli effetti senza ricorrere ad alcuna *elettricità animale* nel vero senso, cioè propria e attiva degli organi; li spiegava con quel mio solo principio soprindicato, vuo' dire coll'azione che svolgono ed esercitano sopra il fluido elettrico i conduttori fra loro diversi, massime i metallici, in virtù del semplice mutuo contatto: principio, ch'io avea diggià avanzato nella Memoria sul Galvanismo trasmessa alla Società R. di Londra fin dal 1792, e che fu poi l'anno seguente inserita nelle Transazioni Anglicane; principio, che estesi in seguito e sostenni, appoggiandolo a sempre nuovi argomenti, e prove sperimentali, sviluppandolo viemmeglio, e difendendolo contro ogni sorta di obbjezioni, con varj miei scritti pubblicati ne' Giornali italiani e stranieri da quell'epoca fino al 1798. Veggansi principalmente le mie lettere al VASSALLI, inserite nel Giornale di BRUGNATELLI stampato in Pavia col titolo di *Annali di Chimica* Tom. V e VI. an. 1794 e Tom. XI, an. 1796; ed altre a GREN e ad ALDINI Tom. XIII e XIV 1797 e XVI 1798).

Le più dirette, e decisive di tali sperienze furon quelle, colle quali io ottenea dal semplice contatto primieramente di metalli diversi tra loro, poi di metalli con altri conduttori umidi, o di 2.° classe come mi è piaciuto di chiamarli, e finalmente di questi ultimi soli purchè abba-

Digitized by Google

Pr. 2. Il principale di questi risultati, e che comprende presso a poco tutti gli altri, è la costruzione di un Apparato, il quale rassomiglia per gli effetti, cioè per le scosse, ch'egli è capace di dare e far sentire più o men forti nelle braccia, ecc. alle comuni boccie di Leyden, o meglio alle batterie elettriche debolmente cariche, le quali agissero però incessantemente, o di cui la carica si rimettesse tosto da sè dopo l'esplosione, che godessero insomma di un'azione sopra il fluido elettrico, od impulsione perpetua; ma che altronde ne differisce essenzialmente, e per questa azione continuata, perenne, che è propria di lui solo, e perchè in luogo di consistere, come le boccie di Leyden e batterie elettriche ordinarie, in una o più lamine coibenti, ossia strati sottili di alcuno di

---

stanza differenti uno dall'altro, ottenea, dico, dei segni sensibili all'Elettrometro; e ciò non già solamente coll'ajuto del *Duplicatore*, o del mio *Condensatore* tanto semplice che composto, ma anche senza alcuno di tai soccorsi, e nella maniera più semplice, coll'applicazione cioè immediata di due piattelli differenti, per es. uno d'argento, e l'altro di stagno, o meglio di zinco. Questi piattelli metallici applicati l'uno all'altro colle loro faccie ben piane, unite, e monde, per un tempo qualunque (basta un momento) li staccava io ad un tratto, tenendoli ambedue od un solo per un manico isolante, e portava indi l'uno o l'altro, così isolato, a toccare il cappelletto di un elettrometro sensibilissimo di BENNET a listerelle di foglia d'oro, o del mio pur abbastanza sensibile a paglie sottilissime lunghe circa 3 pollici. Non ci voleva dippiù per far divergere cotesti pendolini di paglia tanto, che le loro punte si scostassero d'una linea circa (che viene a 2 de' miei gradi), e quelli di foglietta d'oro dell'altro elettrometro più squisito ben 3 o 4 linee, con un'elettricità, di cui era quindi facile il riconoscere anche la specie, cioè ch'essa era *positiva*, ossia di eccesso nello stagno o zinco, e *negativa*, ossia di difetto nell'argento ecc.

Riguardo alle sperienze coll'ajuto del Condensatore, erano esse pure facili, e piane; giacchè altro non richiedevasi, che di ripetere gli anzidetti contatti e separazioni dei due piattelli varie volte di seguito, e di far toccare a ciascuna separazione, l'uno o l'altro di cotesti piattelli isolato a un picciolo Condensatore ben fatto, avente malgrado la sua picciolezza una grande capacità, abile a conservare per lungo tempo l'elettricità in esso accumulata: alle quali condizioni non compiono tutti egualmente i Condensatori.

Già a questo proposito dirò quì, ch'io truovo per le sper. di cui si tratta e per molte altre preferibile ad ogni altro un Condensatore formato di due lastre rotonde o dischi d'ottone, aventi da 2 in 3 pollici di diametro, esattamente piani, e ricoperto uno o meglio ambedue di un sottilissimo strato di cera spagna o di ottima vernice, di lacca, di copal o di ambra o simile altro intonaco resinoso, nelle faccie, con cui devono tali dischi affrontarsi a minima distanza, anzi pure combaciarsi, allorquando si vorrà accumulare nell'uno di essi l'elettricità, stando l'altro in comunicazione col suolo, ecc. giusta la teoria ed uso abbastanza conosciuto del Condensatore. Si può dunque accumulare in quel primo, che chiameremo disco, o piatto collettore, mercè il ripetere molte volte la manovra sovr'indicata cogli altri piattelli d'argento e di zinco nudi, si può dico in tal modo con 10, 12, 15 toccamenti accumulare nel detto Collettore tanto di elettricità, che staccato finalmente dal suo compagno, ed alzato pel manico isolante, indi accostato all'elettrometro a paglie le faccia divergere 8, 10 linee, davantaggio; Che più? Vi si può raccogliere con maggior numero di toccamenti tanto di elettricità, da dare una scintilla visibilissima. Si può altresì con tali alternati contatti e separazioni dei due piattelli metallici diversi portare ad una picciola boccia di Leyden una carica, debole a dir vero, ma pur suffi-

Digitized by Google

quei corpi creduti essere i soli elettrici, i soli capaci di una vera carica, armati tali strati o lamine coibenti, da conduttori o corpi così detti non-elettrici, questo nuovo apparecchio è formato unicamente da molti di questi ultimi corpi, scelti anzi fra i migliori conduttori, e per ciò i più lontani, come si è sempre creduto, dalla natura, e indole degli idioelettrici.

Pr. 3. Così è: l'apparato, di cui vado a trattenervi e che vi sorprenderà senza dubbio, è un aggregato di un numero più o men grande di buoni conduttori di tre differenti specie accozzati e disposti alternativamente in lunga serie: 30, 40, 60 piastre, di rame, o meglio d'argento, o di oro, di qualsisia grandezza e figura, applicate all'immediato contatto ciascuna di altrettante di stagno, o di piombo, o meglio assai di zinco, e disposte tutte nel medesimo ordine alternativo; con un numero eguale di strati d'acqua o di altro liquido,

---

ciente per ottenere poi coll'ajuto del Condensatore dei segni sensibilissimi all'elettrometro molte volte di seguito, e fino la scintilla, etc.

Egli fu verso la metà dell'anno 1796, che giunsi ad ottenere codesti segni, mercè il semplice mutuo contatto primieramente di metalli diversi tra loro (al qual oggetto li cimentai poco meno che tutti, cercando di determinare l'azione di ciascuno contro ciascuno con che posso anche dire di essere riuscito di disporli in una scala giusta il potere che hanno di dare l'uno all'altro o ricevere il fluido elettrico); in seguito di questo o quel metallo con tale o tal altro conduttore umido, o di 2.° classe, e infine di differenti conduttori di questa 2.ª classe, fra di loro soli; una parte delle quali nuove sperienze e risultati descrissi ampiamente in una lunga Memoria in forma di lettera scritta nell'Agosto di quel medesimo anno al cel. Fisico e Chimico GREN prof.re di Halle in Sassonia, per essere inserita nel suo Giornale di Fisica tedesco, come lo fu infatti al principio dell'anno seguente 1797. (*Neues Journal der Physik.* Band IV, 5, 107), e in seguito anche negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI sopracitati. Due anni dopo, cioè nel 1798 ritornai ancora sopra queste sperienze, ch'io avea mostrato in quell'intervallo di tempo a un gran numero di persone curiose di tali cose, e di letterati ancora e Fisici di primo ordine, fra i quali nominerò solamente i celeberrimi MONGE e BERTHOLLET, ritornai, dico, su tali sperienze, a cui avea dato ancora maggior estensione con lettere anonime al prof.re ALDINI di Bologna nipote di GALVANI, inserite esse pure ne' detti Annali di Chimica italiana Tom. XVI.

Il successo di queste sperienze era già ben soddisfacente, e non vi bisognava forse neppur tanto per istabilire solidamente, difendere contro ogni opposizione, e porre finalmente fuori d'ogni dubbio, il nuovo principio di elettricità, ch'io avea scoperto ed annunciato fin dalle mie prime ricerche intorno al Galvanismo, e al quale io riportava (come ne fanno fede tanti miei scritti pubblicati nel decorso di varii anni) tutti i fenomeni di questo genere, ed altri analoghi, cioè, per ripeterlo anche una volta, che i conduttori, o corpi deferenti, siano metallici, o di 1.ª classe, siano umidi, o di 2.ª classe, la fanno altresì da motori di elettricità, o vogliam dire incitatori, impulsori del fluido elettrico nelle indicate circostanze di un contatto mutuo di due fra loro diversi. Sì: il successo di queste sperienze era già più che soddisfacente sotto questo punto di vista, e in certo modo compito; pure io sperava sempre di andare più lungi moltiplicandole, e variandole in molte maniere: come infatti pervenni verso la fine dell'anno 1799 a dei risultati se non più decisivi, che già lo erano abbastanza i primi, più sorprendenti, certo, e molto più istruttivi, sotto vari rapporti; e a quelli fra gli altri, che fanno il soggetto del presente scritto.

Digitized by Google

che sia miglior conduttore dell'acqua semplice, come acqua salata, lisciva, aceto, ecc. oppure di pezzi di cartone, di pelle, panno od altro corpo spugnoso, ben inzuppati di alcuno di codesti umori, interposti tali strati umidi a ciascuna coppia o combinazione degli anzidetti metalli diversi, ed applicati loro ad un congruo combaciamento per una superficie abbastanza estesa, ecco tutto ciò che forma il mio nuovo apparato, od istromento, a cui può darsi la forma di una o più colonne, o qual altra si voglia; apparato, il quale imita, come ho detto, gli effetti delle boccie di Leyden, e delle batterie elettriche, col dare delle commozioni alle braccia ecc. della stessa stessissima natura; il quale, a dir vero, resta molto al disotto dell'attività di queste batterie caricate ad un alto grado, quanto alla forza e allo strepito delle esplosioni, alla scintilla fulminante, e alla distanza a cui può operarsi la scarica, eguagliando solamente gli effetti d'una batteria carica ad un grado debolissimo, di una batteria però assai grande, ossia avente una capacità immensa; ma che d'altra parte supera infinitamente la virtù e il potere di queste medesime batterie, perciò che il medesimo non ha bisogno com'esse di venir preventivamente caricato mercè di un'elettricità straniera, e ch'egli è attivo sempre da sè stesso ed in perpetua tensione, ossia atto a dare la commozione bastantemente forte dalla mano fino al gomito, fino all'omero, ecc. tutte le volte, che si viene a toccarlo nelle debite forme, per frequenti che sieno tali toccamenti.

Pr. 4. Questo apparato simile in fondo, e nell'essenza, come farò vedere, ed anche, ritenuta la quì indicata costruzione a colonna (giacchè può costruirsi di molte altre maniere, e ricevere diverse forme come già si è detto (Pr. prec.)), e come ho eseguito, costruendo tra gli altri quello che chiamo a corona di tazze, che è ora fra noi il più in uso per varj comodi che presenta, ritenuta, dico, la costruzione a colonna somigliante nella forma *all'Organo elettrico naturale* della Torpedine, potrebbe chiamarsi *Organo elettrico artificiale*. E in vero non è egli come quello, composto unicamente di corpi deferenti disposti in una lunga e certa serie ordinata? Non è al dippiù, come vedemmo, attivo per sè stesso, senza alcuna carica precedente, senza soccorso di un'elettricità qualunque eccitata per alcuno dei mezzi conosciuti finora? Attivo, ed operante senza intermissione o rallentamento? Capace infine di dare ad ogni istante delle scosse più o men forti secondo le circostanze, delle scosse, che raddoppiano ad ogni nuovo congruo toccamento, e che ripetute così con frequenza, mercè il replicare con brevissime interruzioni tali toccamenti, producono quel medesimo intormentimento del braccio, ecc., e quella specie di formicolamento, che fa provare, tentata in simil modo, la Torpedine?

Pr. 5. Si sa altronde .....

Qui passo ad una breve considerazione degli organi elettrici della Torpedine, ove accennandone la struttura e tralasciate le altre ipotesi dei Fi-

Digitized by Google

sici meno verisimili, immaginate per ispiegare onde derivi in essi organi l'elettricità, o come venga da' medesimi mossa, mi trattengo alquanto ad esaminare quelle di NICHOLSON, esposta nel suo Giornale di Fisica ecc. (Tom. 1, p. 358), che tra tutte è parsa la più plausibile, mostrando anche di questa l'insussistenza, e conchiudendo, che a niun altro apparato, o stromento elettrico possono essere paragonati cotali organi della Torpedine, formati di sole sostanze conduttrici, di molte colonnette cioè membranose ripiene tutte di una serie di laminette ossia pellicole sovrapposte le une alle altre, a niun apparato, dico, o stromento elettrico attivo possono essere paragonati siffatti organi della Torpedine, fuor solo al mio di nuova invenzione, costrutto parimenti di soli conduttori, e sì di una serie di laminette formanti una o più colonne, al quale perciò rassomigliano quelli finanche nella forma, come si è detto.

Dopo una tal digressione vengo finalmente a descrivere più particolarmente tale mio Apparato costrutto sì in questa forma primitiva, che in altre, che ho saputo dargli in seguito, ed a riportare le principali sperienze con esso, le quali partisco in tre capi, cioè 1.° Sperienze elettroscopiche. 2.° Sper. elettrico-fisiologiche. 3.° Sper. elettrico-chimiche, facendovi a tutte le opportune riflessioni.

Eccovi, Amico, qual è la Memoria, che sto terminando, di cui una metà solamente, anzi meno, ed a squarci ho mandato l'anno scorso nelle due lettere al Presidente della Società R. di Londra.

Digitized by Google

XXVI.

LETTRE

DU PROFESSEUR VOLTA
A JEAN CLAUDE DE LA MÉTHERIE,
SUR LES PHENOMÈNES GALVANIQUES

Paris, 18 *Vendemmiaire an* X (10 *ottobre* 1801)

FONTI.

STAMPATE.

Delam. Journ. T. 53 (An IX-X, 1801-2) cahier de vendemmiaire an 10 pg. 309.

Am. op. Sc. T. XXI, p. VI (1802) pg. 373 tradotto in Italiano col titolo « Sopra gli elettro-motori ».

Ant. Coll. T. II, p. II, pg. 153.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt. L. 20.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Delam. Journ.

DATA: da Delam. Journ. Nel diario, esistente presso la Biblioteca della R. Università di Pavia, e steso dal Brugnatelli (che accompagnò il V. a Parigi) si parla del 20 Ottobre, come data di questa lettera. Zanino Volta, rilevando la contraddizione in Zan. V. Stud., arguisce che il 10 Ottobre il V. abbia cominciata la lettera.

L 20: Minuta scritta in francese, assai vicina al testo che si pubblica. Tra le fonti stampate fu scelta quella di Delam. Journ. perchè è certamente del V.

Le traduzioni pubblicate in Am. Op. Sc. e in Ant. Coll. sono del Prof. Francesco Soave.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTRE

DU PROFESSEUR VOLTA À J. C. DE LA MÉTHERIE,

SUR LES PHENOMÈNES GALVANIQUES.

A Paris, 18 *vendémiaire an* X.

Vous m'avez demandé, monsieur, un précis des expériences par lesquelles je démontre évidemment ce que j'ai toujours soutenu; savoir que le prétendu agent ou *fluide galvanique* n'est autre chose que le *fluide* électrique commun, et que ce fluide est incité et mû par le simple *contact mutuel des conducteurs différens*, sur tout métalliques: faisant voir que deux métaux de différente espèce accouplés produisent déjà un peu de véritable électricité, dont j'ai déterminé la force et l'espèce; que les effets de mes nouveaux appareils (qu'on peut appeler électro-moteurs) soit à pile, soit à couronne de tasses, qui ont tant excité l'attention des physiciens, des chimistes et des médecins; ces effets si puissans et merveilleux ne sont absolument que la somme additionnelle des effets d'une série de plusieurs couples métalliques pareils, et que les phénomènes chimiques eux-mêmes qu'on en obtient de décomposition de l'eau et d'autres liquides, d'oxidation des métaux, etc., sont des effets secondaires; des effets, je veux dire, de cette électricité, de ce courant continuel de fluide électrique, qui, par ladite action des métaux accouplés, s'établit sitôt qu'on fait communiquer par un arc conducteur les deux extrémités de l'appareil, et une fois établi, se soutient et dure tant que le cercle n'est point interrompu. Vous m'avez demandé ce précis pour l'insérer dans le prochain cahier de votre Journal de physique, convaincu vous-même de la vérité de ces observations par quelques-unes de ces expériences que j'eus le plaisir de vous montrer hier avec mes petits appareils portatifs, en présence du célèbre physicien de Genève, M. PICTET, et d'autres amis. Je suis fâché que le temps ne me permette pas de m'étendre dans cet écrit que je vous envoie, pour répondre en quelque manière à votre invitation, et qui ne pourra remplir qu'en partie votre attente. Prenez-le donc pour un avant-coureur du mémoire plus étendu que je me propose de faire paroître dans peu.

Digitized by Google

J'ai commencé par vous montrer avec des expériences délicates à la vérité, et pourtant simples, qu'on a des signes électriques non équivoques par le simple contact de deux métaux différens, sans l'intervention d'aucune substance humide: expériences qu'on doit regarder comme fondamentales.

Pour rendre cette électricité, qui est si foible que sans d'autres artifices elle resteroit imperceptible, pour la rendre, dis-je, sensible et manifeste, je me sers de mes électromètres à pailles minces, combinés à mes condensateurs, dont les meilleurs sont ceux faits de deux disques métalliques qui s'appliquent exactement par leurs faces bien planes incrustées d'une légère couche de cire d'Espagne, ou mieux d'un bon vernis de laque.

La première manière de faire cette expérience fut de prendre deux autres disques ou plateaux, un de cuivre et l'autre de zinc, de les tenir chacun par un manche bien isolant (de verre incrusté de cire d'Espagne); de les appliquer un instant l'un à l'autre par leurs faces planes, et séparés après adroitement les faire toucher à l'électromètre, qui marquoit alors, par l'écartement d'environ une ligne de ses pailles, l'électricité qu'avoient contracté chacun des plateaux, et si une électricité positive, ou *en plus* (él. +) le zinc, négative ou *en moins* (él. —) le cuivre; comme on pouvoit connoître en approchant du même électromètre, un bâton de cire d'Espagne frotté.

Il est à propos d'observer dans cette expérience, que les deux plateaux, en même temps qu'ils sont *moteurs d'électricité* en vertu de leur contact mutuel, pour être deux métaux différens, ils font aussi fonction de condensateurs, se trouvant présentés l'un à l'autre par une large surface, ce qui fait que leurs électricités contraires se trouvent au mieux contrebalancées. Voilà pourquoi cette électricité positive dans le plateau de zinc, et négative dans celui de cuivre, qui sans cela n'iroit qu'à un seizième de degré environ, et qui n'atteint en effet pas plus haut tant que ces mêmes plateaux restent appliqués l'un à l'autre, s'élève en les détachant à un, un et demi ou deux degrés et même davantage.

Une telle électricité est encore peu de chose; elle ne satisfait pas certaines personnes qui aiment à voir les effets en grand. Eh bien! pour obtenir des signes électriques beaucoup plus marqués, je me sers ordinairement d'un second condensateur monté sur l'électromètre même, et je procède de la manière suivante. J'applique l'un à l'autre les plateaux de cuivre et de zinc, et je les sépare à plusieurs reprises, faisant toucher à chaque séparation l'un de ces plateaux isolés au disque supérieur du condensateur, et l'autre pareillement isolé au disque inférieur, qui tient à l'électromètre. Après 10, 12, 20 de ces attouchemens, levant le disque supérieur du dit condensateur, voilà l'electromètre portant le disque inférieur qui s'élève à 10, 12, 15, 20 degrés, etc.

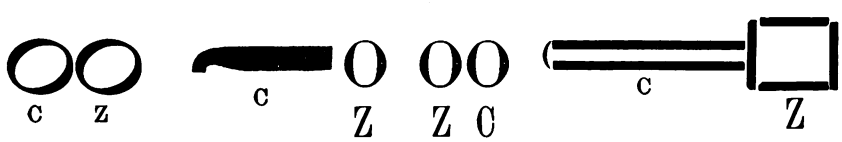
On pourroit croire qu'indépendamment de l'action du condensateur, l'étendue du contact entre les deux métaux différens contribue beaucoup

Digitized by Google

comme telle, à porter l'électricité au degré que nous avons vu, et qu'on obtiendroit beaucoup moins, s'ils ne se touchoient que par quelques points. Mais je démontre le contraire; c'est-à-dire que dans un cas comme dans l'autre la *tension électrique* arrive durant le contact au même point, lequel est d'un soixantième de degré environ de mon électromètre à pailles minces, les deux métaux étant zinc et cuivre, et un peu plus étant zinc et argent: pour laquelle tension, comme il faut une quantité d'autant plus grande de fluide électrique dans le plateau, qui fait office de condensateur, suivant qu'il condense 60, 100, 150, 200 fois; voilà pourquoi on obtient, un, un et demi, deux degrés, etc.

Pour prouver, au reste, qu'un contact de deux métaux peu étendu, et même en quelques points seulement, déplace le fluide électrique jusqu'à porter dans ces métaux la *tension* au même degré; je joins une petite plaque de cuivre avec une autre semblable ou dissemblable, quant à la figure, et à la grandeur, de zinc, en les appliquant l'une à l'autre par quelques points seulement, ou par plusieurs, ou même en les soudant bout-à-bout.

Voici quelques figures.



Et prenant des deux doigts ou d'autre manière la pièce Z de zinc, je fais communiquer l'autre C de cuivre au disque supérieur du condensateur, pendant que l'inférieur communique, comme il doit, avec le sol: un instant après levant ce disque supérieur en l'air, et le tenant isolé, il me donne à l'électromètre deux à trois degrés d'électricité négative (él. —), suivant qu'un tel condensateur condense 120 à 180 fois. Ce qui prouve que la tension électrique de ladite lame C étoit d'environ un soixantième de degré à peu-près égale à celle que prenoient dans les expériences précédentes les deux plateaux de cuivre et de zinc étant appliqués l'un à l'autre par toute l'étendue de leurs faces planes.

En renversant l'expérience, c'est-à-dire en faisant communiquer au condensateur la plaque Z de zinc, on obtient de même deux à trois degrés, mais d'électricité positive (él. +).

Cependant si le disque du condensateur est de cuivre, et que la plaque Z le touche immédiatement à nud, on n'obtient rien, et cela par la raison que le zinc se trouvant alors en contact des deux côtés opposés avec cuivre et cuivre, il s'ensuit que deux forces égales agissent en sens contraire, et qu'elles se détruisent par là ou se contrebalancent.

Il est donc nécessaire que la communication de la lame de zinc Z avec

Digitized by Google

le disque de cuivre du condensateur se fasse par l'interposition d'un conducteur qui soit simple conducteur à-peu-près, d'un conducteur humide, comme un carton ou drap mouillé.

Au reste l'action excitant et mouvant le fluide électrique ne s'exerce pas comme on l'a cru faussement, au contact de la substance humide avec le métal, ou il ne s'y en exerce qu'une très-petite, qu'on peut négliger en comparaison de celle qui s'exerce, comme toutes mes expériences le prouvent, au contact entre des métaux différens. Par conséquent le véritable élément de mes appareils électro-moteurs à pile, à coupes, et autres qu'on peut construire d'après les mêmes principes, est la simple couple métallique composée de deux métaux différens, et non pas une substance humide appliquée à une métallique, ou comprise entre deux métaux différens, comme la plupart des physiciens ont prétendu. Les couches humides dans ces appareils composés ne sont donc là que pour faire communiquer l'une à l'autre toutes les couples métalliques rangées de manière à pousser le fluide électrique dans une direction, pour les faire communiquer de façon qu'il n'y ait d'action en sens contraire.

Après avoir bien vu quel degré d'électricité j'obtiens d'une seule de ces couples métalliques, à l'aide du condensateur dont je me sers, je passe à montrer qu'avec 2, 3, 4 couples, etc. bien arrangées, c'est-à-dire tournées toutes dans le même sens, et communiquant les unes aux autres par autant de couches humides (qui sont nécessaires pour qu'il n'y ait pas des actions en sens contraire, comme j'ai montré), on a justement le double, le triple, le quadruple, etc., de sorte que si avec une seule couple on arrivoit à électriser le condensateur au point de lui faire donner à l'électromètre, par exemple, trois degrés; avec deux couples, on arrive à six, avec trois, à neuf, avec quatre, à douze, etc., sinon exactement, à très-peu-près. Vous les avez vues ces expériences, et vous en avez été très-satisfait, aussi bien que M. PICTET, qui parut en être enchanté, et ne se lassoit pas de les voir répéter.

Voilà donc déjà une petite pile construite, qui ne donne pourtant pas encore des signes à l'électromètre sans le secours du condensateur. Pour qu'elle en donne immédiatement, pour qu'elle arrive à un degré entier de *tension électrique* qu'on pourra à peine distinguer, étant marqué par une demi-ligne que s'écarteront les pointes des paillettes, il faut qu'une telle pile soit composée d'environ 60 de ces couples de cuivre et zinc, ou mieux d'argent et zinc, à raison d'un soixantième de degré que donne chaque couple, comme j'ai fait remarquer. Alors elle donne aussi quelques secousses si on touche ses deux extrémités avec des doigts qui ne soient pas secs, et de beaucoup plus fortes, si on les touche avec des métaux qu'on empoigne par des larges surfaces avec les mains bien humides, établissant ainsi une beaucoup mieilleure communication.

De cette manière on peut déjà avoir des commotions d'un appareil, soit

Digitized by Google

à pile, soit à tasses, de 30 et même de 20 couples, pourvu que les métaux soient suffisamment nets et propres, et surtout que les couches humides interposées ne soient pas de l'eau simple et pure, mais des solutions salines assez chargées.

Ce n'est pourtant pas que ces humeurs salines augmentent proprement la force électrique: point du tout; elles facilitent seulement le passage et laissent un plus libre cours au fluide électrique, étant beaucoup meilleurs conducteurs que l'eau simple, comme plusieurs autres expériences le démontrent.

Pour bien constater cela et mettre sous le yeux des personnes qui avoient de la peine à le croire, que la force électrique est, sinon exactement à très-peu-près la même, que les couches humides soient de l'eau pure ou de l'eau salée, quoiqu'il y ait une si grande différence dans la commotion qu'on éprouve, j'ai fait souvent l'expérience suivante, dont je vous ai parlé, et que j'aurois bien voulu vous montrer, si j'avois eu sous ma main les articles nécessaires. Je prends une trentaine de coupes ou de verres à boire, et j'en construis un de ces appareils, que j'appelle à couronne de tasses, en y mettant assez d'eau pure, et les faisant communiquer le premier au second, le second au troisième, et ainsi de suite les autres verres jusqu'au dernier, par des arcs métalliques qui se terminent d'un côté en une lame de cuivre, de l'autre en une de zinc, et sont tournés tous dans le même sens. L'appareil ainsi construit, j'essaie sa force électrique en faisant communiquer au sol la première des tasses, et appliquant le condensateur à un métal qui plonge en partie dans la dernière, lequel condensateur me donne ensuite, en le retirant, et séparant l'un de ses disques de l'autre, de la manière qu'il faut, et sans retard, 40, 60 degrés ou plus, suivant sa force condensatrice. J'essaie aussi la secousse de la manière la plus avantageuse, et je trouve qu'elle est très-petite. Après m'etre bien assuré et du degré d'électricité, et de la foiblesse de la secousse, j'ajoute une pincée de sel dans chaque tasse, et répétant les épreuves, je trouve que l'électricité n'a point du tout augmenté, le condensateur ne me donnant encore que les 40 ou 60 degrés, comme auparavant; mais les commotions sont incomparablement plus fortes.

Il y a bien d'autres expériences dont je vous ai entretenu de vive voix, et que j'aurois bien voulu vous mettre sous les yeux, mais je manquois des outils nécessaires pour les exécuter. Je vous ai dit, et vous en fûtes bien étonné et plus encore M. PICTET, qu'avec mon [1] appareil je charge une bouteille de Leyde, de quelque capacité qu'elle soit, et même une grande batterie; que je les charge en un instant, ou pour parler plus juste, en moins d'un vingtième de seconde, et au même degré à-peu-près de l'appareil lui-même; savoir, à un degré environ de tension, si celui-ci est composé de 60 couples; à deux

[1] *In Delam. Journ. leggesi erroneamente* un appareil: *l'errore è stato corretto confrontando col Mns. L* 20 [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

degrés, s'il en contient 120, etc.; qu'alors je puis tirer, à l'aide du condensateur, quelque bonne étincelle des petites bouteilles ainsi chargées; un grand nombre de pareilles étincelles des grandes bouteilles; et presque sans fin des batteries, comme je puis en tirer véritablement sans fin de l'appareil lui-même.

Je vous ai dit que les grandes bouteilles ainsi chargées me donnoient des secousses médiocres, et les batteries d'assez fortes, jusqu'au coude et au-delà; que celles d'une batterie de 10 pieds carrés d'armure, et chargée en moins d'un vingtième de seconde par un de mes appareils de 200 couples métalliques, sont très-graves et presque insupportables; car je n'ai pas encore fait d'épreuve avec de plus grandes batteries; mais qu'il y a toute vraisemblance que les secousses augmenteroient avec la grandeur de ces batteries, jusqu'à un certain terme que je ne saurois définir; de sorte qu'il seroit possible, avec des batteries de 40, 60, et 100 pieds carrés, d'avoir des commotions assez fortes, en les chargeant avec le contact passager d'une pile de 60 couples seulement, de 40, 30 ou moins encore.

Je vous ai expliqué comment il faut s'y prendre pour réussir dans ces expériences; qu'il faut surtout éviter avec soin les moindres interruptions dans les communications des conducteurs avec les armures des bouteilles, et entre eux, et avec un plus grand soin encore lorsque l'appareil électro-moteur, composé d'un petit nombre de couples, n'est pas bien puissant, de sorte qu'il ne pourroit vaincre le plus petit obstacle qui se trouveroit au passage et au cours du fluide électrique.

Enfin, je vous ai fait remarquer que ces expériences confirment d'une manière bien évidente ce que toutes les autres suggéroient déjà, c'est-à-dire que la quantité de fluide électrique mis en mouvement par mes appareils, est bien plus grande pour chaque instant, que celle mise par les machines électriques ordinaires; que ceux-là fournissent plus abondamment que celles-ci, lorsqu'il s'agit, non pas d'une accumulation de fluide électrique dans des corps isolés, pour y élever l'électricité à un haut point de tension, ce qu'on peut faire avec les dites machines, et nullement avec la pile et autres appareils semblables, à moins qu'on n'y emploie des condensateurs; mais lorsqu'il s'agit d'un courant continuel de ce fluide entretenu par une action continuelle dans un cercle de conducteurs non isolés, oui, un de mes appareils de 60 ou 30 couples métalliques seulement, verse à chaque instant, je dirai mieux, dans un temps donné, plus de fluide électrique s'il ne rencontre pas d'obstacle, si ce fluide n'est pas arreté par une trop petite capacité du récipient qui le reçoit, qu'une des meilleures et plus actives machines électriques à cylindre ou à plateaux de cristal. En effet, quelle est celle de ces machines qui chargeroit à un degré, ou même à un demi-degré une très-grande batterie en moins d'un huitième de seconde; qui y verseroit assez de fluide électrique pour pouvoir en tirer ensuite avec le secours du condensateur un grand nombre d'étincelles les unes après les autres, comme fait un des dits appareils.

Digitized by Google

Les autres expériences que j'ai pu vous montrer en partie, regardent les différens phénomènes électroscopiques qu'offre l'appareil, suivant que l'une ou l'autre de ses extrémités communique avec le sol, ou toutes les deux, ou ni l'une ni l'autre, ou qu'elles communiquent seulement entre elles et avec le sol ensemble; suivant que ces communications se font par des conducteurs parfaits, ou plus ou moins imparfaits, etc.: toutes circonstances qui modifient singulièrement, et font varier beaucoup les résultats qui paroissent souvent curieux et même bizarres, mais que je crois pourtant pouvoir expliquer d'une manière satisfaisante sans m'écarter de mes principes et des bonnes théories électriques, eu égard singulièrement à la manière dont se comportent les conducteurs imparfaits ou mauvais. Il seroit trop long d'entrer ici dans ces détails; d'ailleurs, ce que vous en avez déjà vu, et ce que je vous ai dit peut suffire pour le présent.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXVII.

MEMORIA

DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA

SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO

COL

FLUIDO GALVANICO

Novembre 1801.

OSSERVAZIONI.

La prima e la seconda parte di questa Memoria furono pubblicate nei Br. Ann. e in Ant. Coll. in lingua italiana e la prima parte in francese negli Ann. de Chim.

La terza parte, inedita, perchè il Brugnatelli interruppe in quell'anno la pubblicazione dei Br. Ann., viene pubblicata conformemente al testo del Mns L 23.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXVII (*A*).

PARTE PRIMA.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Ann. t. XIX (1802) pg. 33.
Ann. de Chim. Vol. 40. (an X, 1801, 1802), pg. 225.
Ant. Coll. T. II, p. II, pg. 167.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: E 51, F 62, J 60, J 64, **J 65,** L 21.

OSSERVAZIONI.

E 51 è la minuta del principio d'una lettera al direttore del Journal de Physique, alla richiesta del quale d'una relazione sulle esperienze fatte colla pila a Ginevra, il V. risponde preannunciando una più vasta Memoria in argomento.

F 62 è una lettera autografa del Brugnatelli in data: « Pavia, 26 aprile 1800 » nella quale egli dichiara di attendere questa prima parte, che voleva destinare al volume XVIII dei suoi Annali (1800). Vedi la nota al N° XXII del Vol. I di quest'opera.

J 60 comprende due minute di parecchi paragrafi della parte I.

J 64 vedi « Osservazioni » come le presenti al frontispizio del N° XXVII (B) seguente a questo.

J 65. Minuta italiana di un brano che si diffonde in maggiori particolari sul confronto delle scariche delle batterie e le scariche dell'elettromotore e che si pubblica.

L 21 è una minuta di questa parte, mancante di alcuni paragrafi, che sembra formare (a meno di un foglio che manca) una minuta unica con L 19 (vedi « Osservazioni » come le presenti al N° XXVII (D) seguente a questo.

In Br. Ann. T. XIX [1802], pag. 29 trovasi una lettera dell'Aldini al Vassalli in cui, dopo avere riconosciuta l'importanza delle esperienze del Volta, lo scrivente afferma di averle ripetute in vari modi, e, confessando di non avere ancora letta questa Memoria, dichiara la sua immutata fiducia nella teoria del Galvani.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ho addotte in uno degli antecedenti Scritti le ragioni, che ho avuto fin dapprincipio per credere, e le molte che si aggiunsero in seguito, in un coi più chiari indizj, per sostenere che il così detto *fluido* od *agente galvanico* altro non è che il *vero* e *genuino fluido elettrico*. Ho fatto sentire che queste ragioni e indizj sono così evidenti e dimostrativi, che sarebbe egli e una pertinacia, e un vero scandalo il voler ancora negare una tale identità, o il solo dubitarne; e che suona male per fino l'espressione di *Elettricità Galvanica* introdotta da alcuno, non che il nome che molti vorrebbero ritenere di *agente*, o *fluido galvanico*. Ma passi per i nomi e le parole, purchè si convenga nella cosa. Non dubito che tutti ne converranno alla fine. Per giungere però più presto a un tal consenso universale, e far cessare ogni contesa, veggio essere necessario il dissipare intieramente quell'obbiezioni e difficoltà, che sono state messe in campo, e delle quali non mi son fatto carico nel detto Scritto. Me lo farò dunque in quest'altro, che ne formerà, se si vuole, una continuazione, sebbene possa stare anche da se, o far corpo con altre consecutive Memorie; e prenderò così occasione di sviluppare vie meglio la mia teoria.

§ I. Queste difficoltà, che trattengono ancora molti dal riconoscere una piena e perfetta identità del fluido elettrico e galvanico, ed hanno suggerito ad alcuni la strana idea di un altro fluido particolare, si riducono alle seguenti:

1° La pretesa mancanza di alcuni de' segni elettrici, e la debolezza degli altri, in confronto delle forti scosse, delle sensazioni di dolore ecc., che cagionano con i detti apparati galvanici, anche semplici, conosciuti da un pezzo, e consistenti nell'accozzamento di due metalli di specie diversa, segnatamente argento e zinco; e molto più i composti che ho io recentemente inventati e messi in voga, formati cioè da molte coppie di cotai metalli diversi comunicanti l'una all'altra per mezzo di conduttori non metallici, ossia conduttori umidi.

2° Il mostrarsi non conduttori del principio o fluido in questione, di quello cioè che gioca sì nelle sperienze già note da un pezzo e designate col nome di sperienze galvaniche, che in queste recenti e affatto analoghe, che si fanno col detto mio apparato di nuova invenzione; il mostrarsi, come pare,

Digitized by Google

non conduttori, il trattenere od impedirne l'azione, alcuni corpi, che sono pur buoni e tengonsi anzi per eccellenti conduttori dell'elettricità, come l'aria molto diradata, e singolarmente la fiamma.

3° I sì marcati e mirabili effetti chimici, che il medesimo apparato produce, di decomposizione cioè dell'acqua, e di altri fluidi, di pronte termossidazioni de' metalli, ecc.: i quali effetti, dicesi, non si vede come attribuir si possano a quella così debole elettricità, che si manifesta in tal apparato con segni nulla o ben poco sensibili ai delicati elettrometri; quando l'assai più forte e strepitante delle macchine elettriche ordinarie, che vibra ed innalza a molti gradi degli elettrometri più pesanti; quando una copiosa corrente di fluido elettrico, che con queste macchine si ecciti, e si mantenga per eguale spazio di tempo, ed anche più lungamente, non si vede che li produca.

Queste sono finalmente, o a queste si riducono tutte le difficoltà, che possono lasciare ancora de' dubbj in chi per avventura non è abbastanza versato nella scienza e pratica dell'elettricità, specialmente in quella parte che riguarda l'elettrometria: i quali dubbj e difficoltà mi conviene perciò sciogliere, portando su tal materia gli opportuni schiarimenti.

§ II. *Per venirne a capo* sarà bene prima di tutto determinare, se non coll'ultima esattezza, con qualche precisione, il grado di forza, con cui il fluido elettrico è spinto dall'uno nell'altro di due conduttori di specie diversa, i quali applicati a mutuo contatto sono, non già semplicemente conduttori, ma nello stesso tempo anche *incitatori* o *motori* di esso fluido, come fin dalle mie prime scoperte intorno al Galvanismo gli ho chiamati (veggansi tutte le mie Memorie sopra questo soggetto pubblicate dal 1792 fino al 1798) (*a*). Sceglieremo a tal uopo fra i metalli, che per tale virtù motrice superano di lunga mano i conduttori non metallici, o di seconda classe, così da me detti, che sono poi i conduttori umidi, sceglieremo fra i primi, due de' più diversi, ossia rispettivamente più attivi, quali sono l'argento, o puro, o legato con rame a varie dosi, come si truova per esempio nelle monete, e il zinco, parimente o puro, o legato con più o meno di stagno, o di stagno e piombo insieme: le quali leghe ho trovato che fino a certe proporzioni non diminuiscono notabilmente, e in alcune dosi accrescono piuttosto la virtù sì dell'argento, che dello zinco. Questi dunque ben netti e tersi, ove si tocchino per uno o più punti (ciò che è indifferente, sol che si tocchino veramente a nudo) sbilanciano e smuovono il fluido elettrico in guisa, che passa esso dall'argento nello zinco, diradandosi in quello, e condensandosi in questo; e in tale stato di condensazione nell'uno e rarefazione nell'altro mantiensi, ove i detti metalli altra comunicazione non abbiano, altri conduttori cioè, da cui ripeter possa l'argento il fluido perso,

(*a*) Nelle opere periodiche del Prof. BRUGNATELLI.

Digitized by Google

e in cui versar possa il zinco l'acquistato; al che pur tendono con forza proporzionata al seguìto sbilancio.

Or dunque fino a qual segno viene sbilanciato il fluido elettrico, diminuito cioè nell'argento, ed accresciuto nello zinco? Fino al punto di produrre in questo una tensione di elettricità per eccesso, od *in più* (El. +), e in quello una di elettricità per difetto o *in meno* (El. —), eguali l'una e l'altra ad $^1/_{60}$ circa di grado del mio elettrometro a paglie sottili (*b*). Vedremo tosto su quali dati si fonda una tal determinazione.

§ III. Siffatta tensione elettrica, che arriva appena ad $^1/_{60}$ di grado, è certamente troppo debole per potersi manifestare a dirittura, e render sensibile, non che al detto elettrometro a paglie, ma a quello pur anche di BENNET a listarelle di foglia d'oro, quattro volte circa più mobile, e il più delicato che siasi fin ora costrutto. Ma posso ben io renderla sensibile una sì fiacca elettricità, e farle dare de' segni abbastanza marcati, onde riconoscere eziandio la specie, distinguere cioè l'El. +, e l'El. —, ricorrendo al *condensatore* (*c*), stromento per queste ed altre ricerche veramente prezioso. Convien però che sia esso condensatore ben costrutto, ed in buon ordine.

§ IV. Il migliore, di cui mi servo più comunemente, è quello descritto nel precedente Scritto, e che non sarà inutile il descrivere qui di nuovo, per farne rilevare vie meglio le condizioni, a cui è dovuta la sua bontà ed eccellenza. Consiste dunque in due dischi o piattini d'ottone di 2 in 3 pollici di diametro ben piani ed uniti; (ottimo riesce lo smerigliarli un sopra l'altro fino al segno che posti a congruo combaciamento tengansi fra loro con forte adesione), ed intonacati nelle faccie con cui debbono applicarsi l'uno all'altro, allorchè si adoprano ad uso di condensatore, di un ben sottile strato di cera-

---

(*b*) Questo Elettrometro, che ho descritto son molti anni nelle mie *Lettere a* LICHTENBERG *sulla Meteorologia elettrica*, e che s'assomiglia molto a quello di CAVALLO, avendo sì l'uno che l'altro i pendolini rinchiusi in una boccetta, ec., ne differisce in ciò solo, che questi pendolini, invece d'essere fili metallici nudi terminanti in pallottole di midollo di sambuco, sono fili rivestiti di paglia sottilissima, senza i globetti all'estremità; questo Elettrometro ha il vantaggio, che la sua marcia è molto più uniforme, e i suoi gradi perciò con sufficiente esattezza computabili per tutta la scala. Tali gradi sono marcati dall'innalzarsi, ossia divergere di esse paglie lunghe 3 pollici; ed ogni mezza linea, che si scostano le punte misura un grado.

(*c*) Quest'altro stromento intieramente di mia invenzione che ho descritto ampiamente, son parecchi anni, e spiegato in una lunga Memoria inserita nelle Transazioni Anglicane, e in altra nel *Journal de Physique* di ROZIER, e nelle già citate Lettere sulla Meteorologia elett. nella *Bibliot. Fis. d'Europa* di BRUGNATELLI, con de' miglioramenti, e correzioni, è conosciuto da tutti i Fisici, ma da pochi inteso a dovere, e usato con tutte quelle attenzioni, che si ricercano per trarne il miglior partito. Niuna meraviglia pertanto, se a molti non riesciranno alcune delle sperienze, che vado a riportare, e non così bene, come riescono a me, e le mostro tutto giorno a chi vuol vederle.

Digitized by Google

Spagna, o meglio di un più sottile ancora di buona vernice di lacca, di coppale, o d'ambra; tantochè trovisi, stando quei due dischi a mutuo combaciamento, una sottilissima lamina o velo coibente che li dirima, ossia ne impedisca il contatto metallico, ma nello stesso tempo distino essi piani metallici un dall'altro il meno possibile; nel che consistono le condizioni di un ottimo condensatore, massime ove si tratta di accumulare un'elettricità estremamente debole. Ad uno di questi dischi poi, o ad ambedue, è adattato un manico di vetro incrostato di ceralacca, per istaccarli, quando conviene, uno dall'altro ad un tratto, e levar in aria questo o quello perfettamente isolato, ecc.

Mi servo anche di altri dischi o piatti di qualsisia metallo, oppur di legno (e questi ultimi mi riescono più comodi, potendo farli più grandi, senza che sieno troppo pesanti, e bastando che sian coperti tai piatti di legno in tutto o in parte di foglie di stagno o di carta argentata), quali dischi, sian di metallo, sian di legno inargentato, io vesto nelle faccie, con cui devono applicarsi l'uno all'altro, di un velo di seta, di un pezzo d'incerato, o di taffetà verniciato: mi servo, dico, anche di questi per condensatori con abbastanza buon successo, però con minore vantaggio; giacchè l'elettricità portata ed accumulata, come che sia, nell'un piatto, ancorchè trovisi sostenuta ossia controbilanciata dall'elettricità contraria, che contrae il piatto compagno comunicante col suolo (per la nota azione delle atmosfere elettriche, a cui si riporta il giuoco del condensatore), non vi si conserva lungamente, fuori del caso che sieno tali intonachi asciuttissimi, massime quello d'incerato, che di sua natura è troppo poco coibente, ma mal rattenuta da tali coibenti imperfetti interposti trapassa quel da piatto a questo in pochi minuti, o secondi; laddove ne' piattelli incrostati di buona ceralacca, o di vernice resinosa, vi rimane confinata l'elettricità per delle ore, seppur non sieno manifestamente umide e quasi bagnate le faccie, od estremamente umido l'ambiente.

§ V. Posto dunque in ordine un tale buon condensatore, faccio la seguente sperienza fondamentale. Pongo a contatto un pezzo d'argento puro, o con lega, una moneta, p. es., con un pezzo o lastretta di zinco, oppure gli unisco a vite, o inchiodandoli, o con saldatura metallica qualunque, o in altre qualsiasi maniere, sol che il contatto si faccia tra metallo e metallo: gli unisco nel modo indicato, o in qual altro più mi piace; e prendendo fralle dita il pezzo *z* di zinco, faccio comunicare l'altro *a* di argento per qualche momento al piattino superiore del condensatore, mentre l'inferiore comunica, come dee, col suolo; ritirata indi tal coppia di lastrette *az*, ed alzato detto piattino superiore, a cui venne comunicata l'elettricità dalla lastretta d'argento *a* (e vi si è raccolta ed accumulata corrispondentemente alla capacità, e virtù collettrice, di cui godea esso piattello stando accoppiato al compagno, in grazia dell'elettricità contraria che questo avente comunicazione col suolo veniva contraendo, conforme alla nota teoria del condensatore), ecco che

Digitized by Google

dispiega un elettricità per difetto (El. —) di 2 in 3 gradi, e talvolta fino di 4 del mio elettrometro a paglie sottili, come esso piattino lo dimostra avvicinandolo a detto elettrometro, e adducendolo al contatto del di lui cappelletto (*d*).

§ VI. Se all'opposto prendo fralle dita il pezzo *a*, cioè la lastretta di argento, e fo comunicare al piatto collettore (chiamerò da qui innanzi così quello de' due dischi del condensatore, a cui direttamente viene impartita l'elettricità, e che non comunicando col suolo, sta applicato convenientemente all'altro, che vi comunica) la lastretta di zinco *z*; levato indi esso collettore in alto, e portato similmente a toccare il cappelletto dell'elettrometro, manifesta di nuovo 2, 3, 4 gradi di elettricità, ma di elettricità per eccesso (El. +).

§ VII. È troppo necessario avvertire, che in questa seconda sperienza la lastretta di zinco non deve già toccare immediatamente il piatto collettore, s'esso è di rame; giacchè spingendo questo metallo quasi con egual forza che l'argento il fluido elettrico nello zinco, troverebbesi la nostra lastretta *z* compresa così fra l'argento e il rame, in mezzo a due forze presso a poco eguali dirette in senso opposto, ossia l'una contro l'altra, le quali si eliderebbero per conseguenza in modo, che poco, e nulla quasi di fluido elettrico verrebbe ad infondersi ed accumularsi entro ad esso collettore; onde niun segno sensibile di elettricità o quasi niuno verrebbe egli quindi a dare alzandolo ecc. Conviene pertanto interporre un qualche altro conduttore non metallico, un conduttore umido qualunque; i quali conduttori di seconda classe, come li chiamo non hanno un'azione reciproca coi metalli così forte, ossia non sono rispetto ad essi che debolissimi *motori*. Io soglio porre un pezzetto di carton bagnato sopra il piatto collettore, e far toccare a cotesto cartone la lastretta *z*, in tal modo il fluido elettrico spinto continuamente dalla lastretta d'argento *a* in essa lastretta *z* di zinco, passa ulteriormente senza contrasto nel detto conduttore umido, e da questo mano mano nel piatto collettore; dal quale poi levato in alto ottengo li 3 gradi circa di El. + che non ottengo toccando colla medesima lastretta *z* esso piatto di rame a nudo a cagione dell'indicata opposizione di forze.

(*d*) Aprendosi di tanto le pagliette del mio Elettrometro, che segnino anche solo 2 gradi, cioè si discostino una dall'altra le loro punte una linea (V. Nota *b*), non solamente può l'occhio discernere chiaramente un tale scostamento, o tensione elettrica, ma distinguere anche coi noti artifizj la specie di elettricità, cioè se positiva El. +, o negativa El. —, secondo che un altro corpo elettr. +, come un tubo di vetro stropicciato, od elettr. —, come un bastone di ceraspagna parimente strofinato, accrescono o diminuiscono quella divergenza de' pendolini. Più patenti poi sono tali segni, ove marcando 3 o 4 gradi divergano le paglie linee 1 ½, o 2.

Non è quindi necessario ricorrere per tali prove ad un elettrometro più delicato, qual è quello a listarelle di foglietta d'oro (ivi): però servendosi di questo colpiscono assai più i segni, che ne appajono, scorgendosi divaricare le foglioline tanto che le estremità vanno alla distanza di 4, 6, 8 linee, e a battere fin anco contro le pareti della boccetta.

Digitized by Google

§ VIII. Riguardo alla sperienza 1ª (§ V), essendo l'argento, che si rivolge verso cotesto piatto di rame, e che gli si fa toccare, non è punto necessaria l'interposizione del cartone bagnato, o d'altro conduttore umido, e riesce di poco o niun vantaggio, per la ragione suddetta (§ prec.), che vi è poca differenza rapporto alla virtù elettrica fra il rame e l'argento, ossia che picciola azione esercitano un sull'altro nel mutuo contatto, pochissimo insomma viene spinto il fluido elettrico dall'argento nel rame, e quindi rimane presso a poco intiera niente quasi contrariata l'azione, che si esercita nel contatto dell'argento collo zinco a quel luogo, dove le due lastrette *az* stanno unite, l'azione, dico, che con forza assai prevalente spinge esso fluido elettrico dalla prima nella seconda di tali lastrette, onde poi quella impoverita ne prende dal piatto collettore per rifarsi, tantochè questo giunge a manifestare i 3 gradi circa di El. — (§ V).

§ IX. Tengo io dunque per sicuro che nelle riferite sperienze, ed altre analoghe, l'azione sul fluido elettrico si eserciti nel mutuo contatto di metalli diversi; e non, come altri ha creduto, e credono pur ancora, nel contatto di questo o quel metallo con questo o quel conduttore umido. Il confronto della 1ª sperienza (§ V) colla 2ª (§ VI), l'osservarsi cioè che l'elettricità monta egualmente in ambedue coll'ajuto del condensatore ai 3 gradi circa, egualmente, dico, o quasi egualmente, vi sia o non vi sia *di mezzo* il corpo umido, lo indica già abbastanza. Pure potrebbesi ancora sospettare che l'azione elettrica avesse luogo nel contatto della lastretta *a* o *z* colle dita che la reggono, o con altro conduttore umido, che in tali sperienze volesse sostituirsi alle dita.

§ X. Convien dunque per non lasciar luogo a tale obbiezione ripetere le sperienze in modo, che nè la mano, nè alcun altro corpo umido tocchi nè l'una, nè l'altra delle lastre di diverso metallo, che in somma non vi abbiano che contatti metallici: alle quali sperienze procedo in più modi; e in primo luogo attenendomi alle due lastre congiunte *a z*, come qui sopra, ottengo ancora l'effetto, se mentre l'una tocca il piatto del condensatore, l'altra tengasi isolata; e basta solo che questa sia grande assai, o in altra maniera resa molto capace mercè il comunicare coll'uncino di una boccia di Leyden nè carica, nè isolata, onde poter fornire o ricevere sufficiente quantità di fluido elettrico: in tal modo non mancherà esso condensatore di contrarre, se non i 3 gradi di elettricità *positiva*, o *negativa* (secondo che gli si fa comunicare la lastra di zinco o quella d'argento), 2 gradi, od 1 almeno a tenore delle circostanze.

§ XI. Un'altra maniera è quella, che ho descritta ampiamente nelle Lettere a GREN del 1796, e più ancora in quelle ad ALDINI del 1798 (pubblicate negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI), consistente nell'applicare a mutuo contatto de' piattelli di diversi metalli, tenuti ciascuno per un manico isolante, e tosto divelti portarli al cappelletto dell'elettrometro: colle quali sperienze ottenea pure, essendo i due piattelli uno d'argento e l'altro di zinco,

Digitized by Google

e combaciandosi bene in piano (con che oltre il comportarsi in qualità di *motori elettrici*, faceano al medesimo tempo l'officio di condensatori, come ho ivi spiegato), ottenea, dico, i 3 gradi circa di elettricità *positiva* (El. +) dallo zinco, e *negativa* (El. —) dall'argento ecc.

Or dunque tutte queste sperienze, in cui non interviene alcun corpo umido, e il contatto si fa solo tra metallo e metallo, dimostrano ad evidenza che la mossa al fluido elettrico viene data da tale mutuo contatto di metalli diversi.

§ XII. Ma, e quando questo o quel metallo tocca e combacia un conduttore umido, non viene anche per tale contatto data alcuna spinta al fluido elettrico? Sì veramente, come avea io pure scoperto, e dimostrato con altre molte sperienze descritte nelle citate Lettere, e in altre antecedenti Memorie; ma così poco, trattandosi di acqua, sia semplice, sia impregnata di diversi sali, o trattandosi di corpi imbevuti di varj umori, che generalmente non è tale azione da paragonarsi per alcun conto a quella che dispiegasi tra due metalli assai diversi, come zinco e argento, o rame, tranne alcuni forti acidi, liquori alcalini, fegati di solfo, ossia solfuri alcalini, che in contatto di alcuni metalli movono il fluido elettrico assai sensibilmente.

§ XIII. Egli è così, che nella sperienza 1ª (§ V), tocchi la lastretta *a*, ossia d'argento il piatto collettore di rame a nudo, o comunichi al medesimo coll'interposizione del cartone bagnato, o di altra sostanza umida, si eccita l'istessa elettricità, e di egual forza presso a poco (§ VIII), cioè a 3 gradi circa di elettricità per difetto (El. —), come parimente si eccitano intorno a 3 gradi di elettricità per eccesso (El. +) nella 2ª sperienza (§ VI) facendo comunicare al condensatore la lastra *z* coll'interposizione del corpo bagnato, necessaria in questo caso per la ragione spiegata (§ VII).

§ XIV. Tali dunque sono i segni, che ottengo ogni volta che trovandosi uniti, o posti in qualsisia modo a mutuo contatto un pezzo qualunque d'argento ed uno qualunque di zinco (giacchè la figura sopra indicata (§ V) è posta soltanto per esempio, e può del resto cambiarsi e forma e grandezza di ciascuna delle lastre, e maniere ed estensione di contatto); mi faccio coll'aiuto di un buon condensatore ad esplorare negl'indicati modi lo stato elettrico a cui per tale mutuo contatto è portato l'uno e l'altro metallo. Or avendo io preventivamente determinato con altre sperienze, che troppo lungo sarebbe di qui riportare, quanta sia la forza condensatrice o accumulatrice che voglia dirsi del condensatore che adopro nelle sperienze, di cui ora si tratta, in qual ragione, ossia quante volte possa egli condensare l'elettricità; intendo con ciò di dire quanta maggior dose di elettricità sia capace di ricevere quello de' due piatti, a cui s'infonde, e che chiamo appunto piatto collettore, o in altri termini quanto più gliene abbisogni per salire ad un dato grado di tensione stando esso piatto collettore affacciato convenientemente all'altro piatto

Digitized by Google

compagno (il quale comunicando col suolo acquista altrettanto quasi di elettricità contraria, onde controbilanciare quella prima, giusta le leggi delle atmosfere elettriche): quanto maggior dose, dico, di elettricità è capace di ricevere detto piatto collettore così accoppiato, che non stando separato e solitario; e per conseguenza quanto più alto sorge poi in esso la *tensione elettrica*, allorchè avendo ricevuta da qualsiasi non manchevole sorgente l'elettricità in quella posizione favorevole che gli procurava una tanto più grande capacità, viene quindi a staccarsi, e ad allontanarsi dal piatto compagno, e in conseguenza a perdere l'anzidetta straordinaria capacità; avendo ciò determinato con qualche giustezza (*e*), mi è facile conoscere quale sia la forza, l'intensità, o tensione elettrica, com'io la chiamo, in ciascuno de' due pezzi o lastre d'argento e zinco, che stanno a contatto fra loro; quale dico, e quanta sia la tensione elettrica, che s'induce nell'una e nell'altra rispettivamente, e vi si sostiene costante, o tolta si rinnova, in virtù di tale mutuo contatto mantenuto o rinnovato. Così dunque se il condensatore, che adopro, condensi 120 volte, ed io ne ottenga, con far comunicare per qualche momento a questa o a quella di tali lastre congiunte il piatto collettore, ed innalzato indi dal piatto compagno portarlo all'elettrometro, ne ottenga, dico, 2 gradi, ne deduco essere stata 120 volte minore, cioè $^1/_{60}$ di grado la tensione elettrica di esso piatto collettore, quando e finchè trovossi accoppiato; e conchiudo che eguale pure ad $^1/_{60}$ di grado, o certamente non minore debba essere stata la tensione elettrica della lastra, che potè comunicarne tanta a quello, e lo può di nuovo e sempre a qualunque altro o conduttore semplice, o condensatore, o boccia di Leyden di qualsiasi capacità, come vedremo. Lo stesso conchiudo, se portando la condensazione a 180, 240, 300 volte (al qual segno può benissimo arrivare un eccellente condensatore, i cui dischi metallici esattamente piani sieno spalmati d'ottima sottil vernice), i gradi, che ottengo all'elettrometro, siano corrispondentemente 3, 4, 5: conchiudo cioè ancora che la tensione elettrica della lastra fatta comunicare ad esso condensatore è di $^1/_{60}$ di grado.

§ XV. Or tali in circa sono i risultati che ho avuti ripetendo e variando

(*e*) Per accennar qui alcuno dei modi, con cui determino tal condensazione, dirò, che faccio delle prove infondendo nel piatto collettore affacciato al compagno, che comunica col suolo, l'elettricità forte di 1, 2 o 3 gradi al più del mio elettrometro a paglietto; procedente però tal elettricità da un'amplissima sorgente, per esempio da una grande boccia di Leyden carica appunto ad 1, 2, o 3 gradi; ed osservando quanti gradi poi ne ottenga colla solita manipolazione, alzando cioè esso piatto collettore pel suo manico isolante, e portandolo prontamente al contatto dallo stesso elettrometro; ottenendo per tal modo un'elettricità 100, 150 ec. volte più forte di quelli 1, 2, o 3 gradi, vedo tosto quanto vi è stata accumulata o condensata, cioè 100, 150 volte ec.; i quali gradi allora non potendosi misurare coll'elettrometro a boccetta troppo limitato, convien riportarli al quadrante elettrometro, o sapere in qual rapporto stanno i gradi di quello coi gradi di questo.

Digitized by Google

in molti modi e in diversi tempi le prove (che ho anche mostrate a varie persone intelligenti): cioè tutti concorrono a stabilire che $^1/_{60}$ di grado circa del mio elettrometro a paglie sottili è la tensione elettrica indotta dal mutuo contatto dello zinco coll'argento, per eccesso in quello (El. +), per difetto (El. —) in questo; come sopra ho avanzato (§ II). Con altri metalli, meno diversi fra loro in ordine a tale virtù motrice del fluido elettrico, la tensione che sorge è minore, e tanto minore quanto meno differiscono tra loro, ossia sono meno distanti nella serie o scala qui indicata, in cui i primi spingono il fluido elettrico in quei che sieguono, cioè argento, rame, ferro, stagno, piombo, zinco (*f*). Ma vi sono pure sostanze che più ancora dell'argento e dell'oro spingono il fluido elettrico negl'altri metalli, e massime nello zinco; queste sostanze sono la piombaggine, alcuni carboni, e soprattutti il manganese nero cristallizzato. Pel contatto di quest'ultimo collo zinco arriva la rispettiva tensione al doppio quasi di quella che dà l'argento collo stesso zinco, cioè tra i $^1/_{38}$, e $^1/_{40}$ di grado.

§ XVI. È facile comprendere, che acciò la lastretta *z* di zinco, che si fa comunicare al piatto collettore, possa indurvi tanto fluido elettrico quanto pur se ne richiede per portarvi la tensione a $^1/_{60}$ di grado, allorchè sta esso affacciato al piatto compagno, onde poi salga a 2, 3, 4 gradi col levarlo in alto; acciò, dico, quella lastretta *z* possa indurre tanta elettricità nel piatto collettore, che gode di una grande capacità, è necessario che l'altra lastretta *a* contigua o tengasi colle dita umide, come nelle sperienze sopra descritte (§ V e seg.) o comunichi in altre maniere liberalmente coll'ampio ricettacolo della terra, o almeno con conduttori molto estesi, o con recipienti di assai vasta capacità, quali sono, per esempio, le boccie di Leyden abbastanza grandi; poichè altrimenti se fosse isolata, o se non avesse altre capaci comunicazioni cotesta lastretta *a* d'argento, fornito da essa quel pochissimo di fluido elettrico allo zinco che può perdere per venire allo stato di elettricità in meno (El. —) eguale ad $^1/_{60}$ di grado (che è il massimo di tensione, a cui può giungere in virtù del contatto con esso zinco, non potrebbe fornirne di più, e quindi anche la lastretta di zinco *z* non potrebbe passarne al condensatore di più di quel pochissimo ricevuto a sole spese di detta lastretta d'argento di limitatissima capacità. Vi vuol dunque che questa abbia delle buone comunicazioni, onde trarre il fluido elettrico, e risarcirsi mano mano che ne dà allo zinco, e questo ne deposita nel capace condensatore, se ha ad accumularsi in esso condensatore nella quantità e fino al segno sopra indicato.

Così se rivolgendosi la lastretta *a*, ossia l'argento, al condensatore, e

(*f*) Nelle mie Memorie precedenti trovasi questa scala molto più estesa, comprendendo altri metalli, e semimetalli, solfuri, e miniere, oltre il carbone.

Digitized by Google

toccandolo rimanesse la lastretta di zinco *z* in aria, voglio dire senz'altra comunicazione, ricevuto che avesse questa quel pochissimo di fluido elettrico, che vi vuole a portarvi l'El. + alla tensione di $^1/_{60}$ di grado, che è tutto quello che può sopportare esso zinco in virtù del mutuo contatto coll'argento, non potrebbe questo dargliene di più, finchè sussiste in quello, non avente altra comunicazione, cotal tensione, e non dandogliene detto argento, neppure ne trarrebbe dal condensatore oltre quella scarsissima dose corrispondente alla da lui fatta perdita.

§ XVII. Vedesi pertanto, che neppure coll'ajuto del condensatore, e sia pur eccellente, si possono ottenere segni sensibili all'elettrometro da due metalli diversi che si toccano, sian pure questi tra i migliori motori, come argento e zinco, e se uno di essi non comunica con buoni e vasti conduttori, o assai capaci recipienti, mentre l'altro fa passare l'elettricità, che va mano mano contraendo, entro ad esso condensatore, e in tal modo ve l'accumula. Ma io era pur giunto fin dal 1796 ad ottenere de' segni abbastanza marcati da due soli metalli, senza l'intervento di alcun altro conduttore, senza altre comunicazioni, da due metalli, dico, diversi tra loro addotti a mutuo contatto, e altronde isolati, giunto era ad ottenere questi segni all'elettrometro anche senza l'estraneo soccorso di condensatore, o a meglio dire facendo essi metalli medesimi combaciantisi con larghe faccie e piane offizio di *motori*, e di *condensatori* insieme, come ho spiegato in una memoria pubblicata nell'anno seguente 1797, che contiene molte di tali sperienze fatte con piattelli di diversi metalli, i quali applicati l'uno all'altro, indi divelti, e tenuto ciascuno per un manico isolante, davano segni a dirittura all'elettrometro ecc.

§ XVIII. Queste più antiche sperienze, colle quali ottenea parimente 2, 3, 4 gradi di elettricità per eccesso (El. +) in un piattello di zinco, ed altrettanto di elettricità per difetto (El. —) in uno d'argento applicati a mutuo contatto colle faccie loro ben piane ed unite, indi staccati, le spiegava io già allora, e le spiego in oggi co' medesimi principj sopra esposti, dello spingere cioè che fa l'argento a versare il fluido elettrico nello zinco fino al segno di indurre in questo una tensione di El. +, in quello di El. —, eguali l'una e l'altra ad $^1/_{60}$ di grado circa (*g*): per giungere alla qual tensione tanto maggior dose di fluido elettrico dovea fornirsi dall'uno all'altro piattello, quanto questi affacciati uno all'altro a dovere, e controbilanciandovisi le rispettive elettricità contrarie, compivano nel miglior modo all'officio di condensatore.

§ XIX. Resta dunque in tutte le maniere comprovato, che a $^1/_{60}$ di grado *circa* (dico un'altra volta *circa*, come già ho detto al principio, perchè una grande

(*g*) In alcuna di quelle sperienze mi era parso che fosse molto minore, e l'avea valutata a $^1/_{200}$ di grado solamente; ma trovai poco dopo ch'era assai maggiore, e presso a poco quale vien qui indicata.

Digitized by Google

esattezza non può ancora pretendersi in simili sperienze: e però questo *circa* dovrà sempre intendersi, ove anche per ischivare ripetizioni io nol ricordi) arriva la tensione di elettricità per eccesso (El. +) nello zinco, e così pure quella di elettricità per difetto (El. —) nell'argento, posti a mutuo contatto; e tale si sostiene, finchè dura esso contatto, e quelli non hanno comunicazione con altri conduttori, nei quali possa liberamente scorrere il fluido elettrico spinto e sollecitato da tal tensione.

§ XX. Una bella e luminosa conferma di ciò, una prova la più soddisfacente, che tale e tanta è la rispettiva tensione elettrica prodotta dal mutuo contatto di codesti metalli, quale qui si stabilisce, e quale io l'avea dedotta dalle sperienze sopra indicate, e da varie altre fatte con una sol coppia dei medesimi,, cioè di $^1/_{60}$ di grado del mio elettrometro a paglie sottili, mi hanno somministrato quelle più recenti, più istruttive, e assai più belle con due, tre, quattro, e più coppie, ottenuto avendo appunto il doppio, il triplo, il quadruplo, ec. di tensione elettrica, cioè invece di $^1/_{60}$ di grado $^2/_{60}$, $^3/_{60}$, $^4/_{60}$, ec.: come potei verificare col solito artificio del condensatore, il quale, ove condensando da 120 volte era portato da una sola di tali coppie a 2 gradi di detto elettrometro (§ XIV, XV), lo era poi da due, tre, quattro, cinque coppie, a 2, 4, 6, 8, 10 gradi.

Questo è il gran passo da me fatto sulla fine dell'anno 1799, passo che mi ha condotto ben tosto alla costruzione del nuovo apparato scuotente, ec.; il quale ha cagionato tanto stupore a tutti i Fisici; a me grande soddisfazione, ma stupore non molto dopo l'anzi detta scoperta, che mi promettea bene un tal successo.

§ XXI. Una delle più belle maniere di fare queste nuove sperienze con molte coppie di metalli si è di soprapporre ad una moneta od altra simile lastretta o piattino d'argento una piastretta eguale di zinco, ed a questa un bullettino di cartone, di panno, di pelle, o di simil altro corpo spugnoso, inzuppato d'acqua; poi una seconda lastretta d'argento coperta da un'altra di zinco, e così altre simili coppie metalliche in seguito, e nel medesimo ordine, coll'interposizione fra coppia e coppia del bullettino o conduttore umido qualunque. La figura terza [1] mette sott'occhio un picciolo apparato di questa sorte congegnato a forma di colonna, in cui le lamine o strati d'argento, di zinco, e di sostanza umida vengono indicati dalle lettere iniziali *A*, *Z*, *u*.

Disposte così le cose, non si ha che far toccare la sommità di questa picciola

[1] *In Br. Ann. manca la tavola corrispondente: si riproducono le figure che qui interessano da una tavola di Ant. Coll. analoga a quella di Phil. Trans. riprodotta al N. XXII del I vol. di quest'opera, ma avente in più qualche lettera di richiamo adoperata nel testo qui sopra.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

colonna, ossia l'ultima lastra, al condensatore, mentre il piede o prima lastra è tenuta in mano, ovvero posa sopra un sostegno qualunque non isolante, comunica insomma per mezzo di buoni o passabili conduttori col suolo: la qual comunicazione è qui pure necessaria per le ragioni già sopra addotte (§ XVI). In questo modo acquista esso condensatore, cioè il piatto collettore (ben inteso che il suo piatto compagno comunichi col suolo) tanta elettricità, quanta ve ne vuole per portarlo alla tensione di $^{2}/_{60}$ dì grado se le coppie sono 2, di $^{3}/_{60}$ se sono 3; di $^{4}/_{60}$ se sono 4; e così di $^{10}/_{60}$, di $^{20}/_{60}$ se sono 10, o 20 le coppie ec., onde poi levato in alto dispiega, supposto che condensi 120 volte, li 4, 6, 8 gradi, li 20, 40, ec.

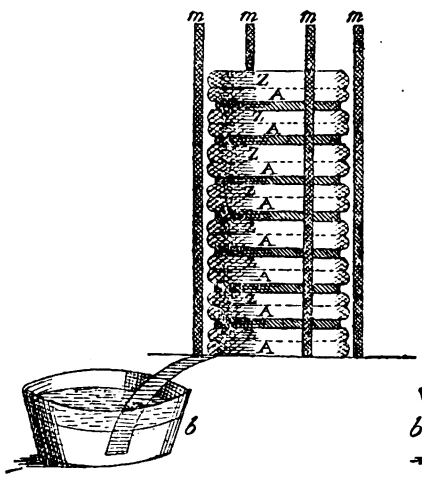


Fig. 2.

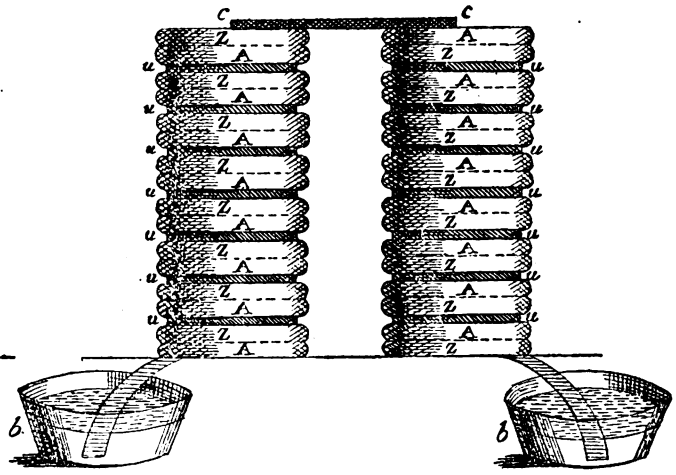


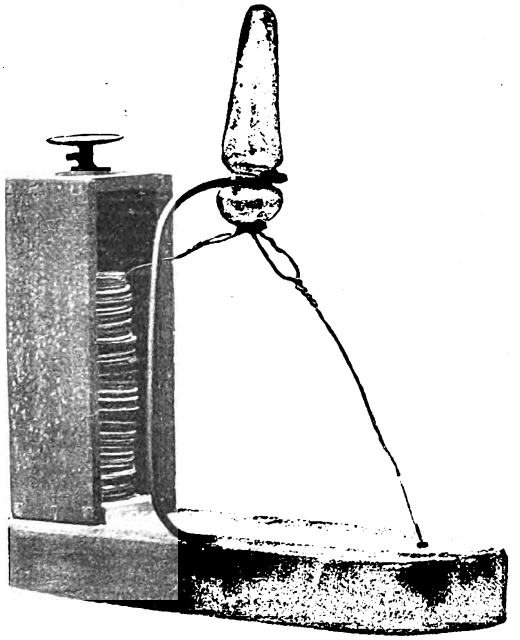
Fig. 3.

§ XXII. È facile comprendere, dopo ciò che si è fatto osservare più sopra (§ VII) per qual ragione sia necessario d'interporre alle coppie metalliche que' strati umidi. Senza di essi, ove cioè si succedessero i suddetti metalli in serie alternata, come negli esempj o tipi espressi nella fig. 2, si vede chiaro, che ogni piastretta di zinco *z* trovandosi in contatto sopra e sotto a due d'argento *a a*, e quindi le forze che spingono il fluido elettrico da questo a quel metallo essendo in opposizione, si eliderebbero esse vicendevolmente, in guisa che non avanzerebbe da tal conflitto altro che quella picciola forza, che corrisponde all'azione di una coppia sola, nel caso che la serie cominciasse da un metallo e finisse nell'altro, come nella fig. 2, e niuna forza affatto nel caso che la prima e l'ultima piastra fossero del medesimo metallo.

Così dunque egli è impossibile ottenere un ingrandimento di elettricità, cioè una tensione maggiore di $^{1}/_{60}$ di grado, con soli pezzi di argento e zinco accoppiati, per quanto se ne moltiplichi il numero, e vi vuole per ciò conseguire, per giungere ad una forza elettrica più alta, e corrispondente appunto

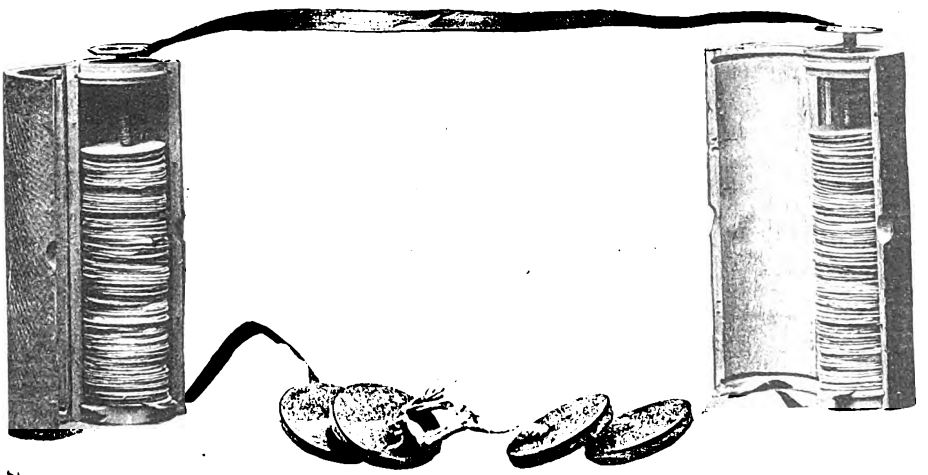
Digitized by Google

1

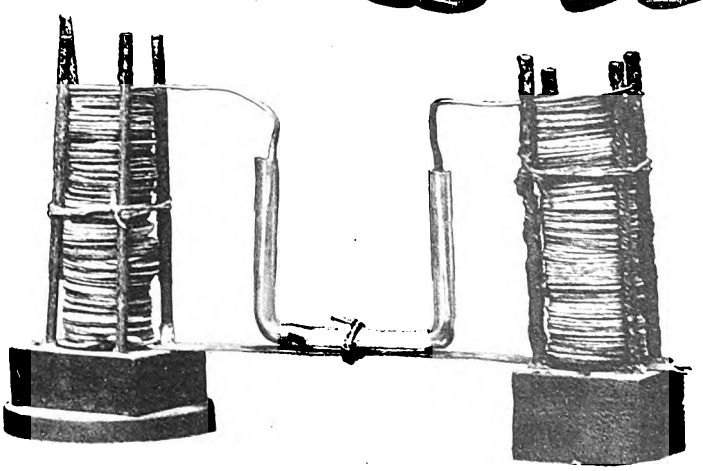


2

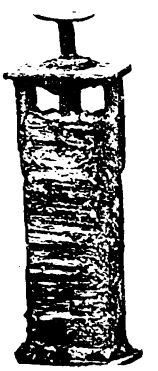
3



5



4



1 — Apparecchio voltiano per la prima esperienza di Nicholson sulla decomposizione dell'acqua (N. XXIII).

2 — Pila a colonna di cento coppie di rame e zinco in astuccio di latta (N. XXVIII).

3 — Due pile a colonna tascabili di cento coppie di rame e zinco, formanti un sol elettromotore, usate a Parigi (N. XXVII).

4 — Pile a colonna di 40 coppie di rame e zinco, con bullettini di carta inzuppati di miele (N. XXXVIII. E. J. 90).

5 — Apparecchio adoperato dal Volta per dimostrare che la pila rende alcalina l'acqua in un braccio di un tubo ricurvo che contenga acqua leggermente salata, e la rende acida nell'altro (N. XXXVII. J. 85).

(Dai Cimeli scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano).

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

al numero delle coppie metalliche ben ordinate, vi vuole assolutamente che una coppia comunichi all'altra non immediatamente, ma per mezzo di un terzo conduttore nulla o poco attivo a rincontro di essi metalli, qual è un conduttore di seconda classe, ossia umido (§ IV).

§ XXIII. Neppure con pezzi di tre, o più metalli, senza l'interpolazione di conduttori umidi, riesce di ottenere un tal ingrandimento di elettricità, stante il rapporto che evvi fra tutti i metalli, o conduttori di prima classe, in ordine alla forza con cui questo o quello spinge il fluido elettrico in questo o quell'altro. Per codesto rapporto io intendo, che dato che l'argento es. gr. spinga detto fluido nel rame con forza = 1; il rame lo spinge con forza = 2 nel ferro, il ferro con forza = 3 nello stagno, questo nel piombo con forza = 1, e il piombo finalmente con forza = 5 nello zinco, l'argento lo spingerà nello zinco a cui si applichi immediatamente con forza = 12. Così accoppiando rame con stagno sarà la forza spingente il fluido elettrico da quello in questo = 5; dal ferro al piombo = 4; dal ferro allo zinco = 9: e generalmente, posto a immediato contatto qualsivoglia metallo con qualunque altro, la forza, con cui viene spinto il fluido elettrico, agguaglia esattamente la somma delle forze dei metalli intermedj ossia compresi nell'indicata serie, o *scala graduata* fra quello e questo, cosicchè sianvi o non sianvi tali metalli intermedj nell'apparato da noi composto, si frappongano tutti ai due che ne formano gl'estremi, o alcuno solamente vi entri di mezzo, e in qualsisia ordine o serie, gli è come non se ne frapponesse nessuno, e la forza elettrica, che risulta, è sempre la medesima, nè minore cioè, nè maggiore di quella che si dispiega, ove vengano a contatto immediato il primo e l'ultimo.

§ XXIV. Questo esatto rapporto, questo giusto *tenore*, e regolata degradazione nelle forze elettriche dei metalli, ossia conduttori di prima classe (in cui si comprendono, oltre alcune piriti e miniere, i carboni), ch'io avea scoperto fin dalle prime mie ricerche, e mostrato nelle già citate Memorie, è in vero mirabile e soddisfacente; ma d'altra parte ci toglie di poter costrurre un apparato molto attivo, il qual giunga a produrre scosse, scintille, ec. con soli metalli, o corpi di tal seconda classe, il che sarebbe pur desiderabile: quanto bello e comodo riuscirebbe un tale apparato tutto di metalli uniti e stretti insieme a forma per es. di una verga, di una catena, ec.! Chi sa che un giorno non si giunga a costrurre un tale apparato elettromotore tutto solido? Basterebbe trovare qualche conduttore solido abbastanza buono, che fosse però mero conduttore e non motore, o motore ben anche, ma in altro rapporto che quello regolare e graduato, che si osserva ne' metalli; ed interporre quello, invece de' conduttori umidi, fralle solite coppie de' metalli diversi. La cosa mi pare molto difficile, ma non impossibile.

§ XXV. Del resto se il medesimo rapporto si estendesse dai metalli, o conduttori di prima classe, a quelli di seconda o conduttori umidi, neppure

Digitized by Google

coll'interposizione di questi a quelli potrebbesi nulla ottenere; ma fortunatamente non ha luogo, e non si osserva quella legge (come ivi pure mostrai) passando dai detti conduttori e motori di prima classe a quelli di seconda. Dispiegasi sibbene nel contatto di questo o quel metallo con questo o quel conduttore umido qualche forza incitante e movente il fluido elettrico; ma essa è molto picciola in paragone di quella che si dispiega nel mutuo contatto di due metalli abbastanza diversi, come già ho fatto osservare (§ XII); e *non è già in rapporto* coll'azione che quelli esercitano uno sull'altro. Così, per recare un esempio, spingendo l'argento con una forza = 12 il fluido elettrico nello zinco, e il zinco spingendolo per sua propria virtù nell'acqua con una forza = 1, dovrebbe se avesse luogo l'indicato rapporto come per i metalli fra loro (§ XXIII), spingerlo esso argento nell'acqua con forza = 13, eppure non ve lo spinge che con forza = 1 anch'esso, poco più, o poco meno. Non trovasi dunque più tra i conduttori di prima e seconda classe quel rapporto, ossia non vi corrispondono le rispettive forze con giusta norma e tenore, come si osserva per quelli di prima classe tra loro (§ cit.).

§ XXVI. Che se avesse luogo così fatto rapporto, e corrispondente gradazione anche passando da una classe all'altra, ed ambe ne formassero così una sola, è chiaro che a nulla servirebbe l'interporre ad ogni coppia di metalli diversi un conduttore umido, qual egli si fosse, come a nulla serve l'interporre un terzo metallo qualunque (§ XXIII), e che giunto non sarei mai, moltiplicando, tali coppie e strati umidi, ad avere maggior forza di elettricità di quella avea ottenuto da una coppia sola. Se vi son giunto pertanto, se ho potuto costrurre degli apparati che danno segni elettrici tanto più forti, delle scosse gagliarde, scintille ec., è dunque in grazia di questo cambiamento di tenore nel passaggio dalla prima alla seconda classe de' motori elettrici.

§ XXVII. Può domandarsi qui (e la questione è d'importanza), se il rapporto, ossia quella regolata giusta gradazione, che si osserva tra i conduttori di prima classe, riguardo alle rispettive loro forze in qualità di motori del fluido elettrico (§ XXIII) e che manca poi nel passaggio da quella prima alla seconda classe (§ XXV) abbia luogo di nuovo per i conduttori di questa seconda classe tra loro, cioè non sortendo da tal classe. Supposto che avesse luogo, diverrebbe impossibile il costrurre un apparato con questi soli, che dispiegasse una forza elettrica di qualche polso, atta a scuotere le braccia, ec., come abbiam mostrato (§ XXII, XXIII) esser impossibile costrurlo con soli della prima classe.

§ XXVIII. Eppure, se non l'arte, la natura ha trovato il modo di riuscirvi negli organi elettrici della Torpedine, dell'Anguilla tremante (Gymnotus electricus), ec. costrutti di soli conduttori di questa seconda classe ossia umidi, senza alcuno della prima, senza alcun metallo; e forse non siam lontani che anche l'arte vi possa arrivare. Convien dunque dire che l'indicato rapporto

Digitized by Google

e regolata gradazione rispetto alle forze motrici del fluido elettrico non si osservi dai conduttori di seconda classe neppure fra loro, o almeno non abbia luogo per tutti, ma procedan le cose con altre leggi e tenor diverso, almeno riguardo ad alcuni; oppure che debbasi per avventura la seconda classe suddividere, e riconoscerne una terza, in cui i conduttori siano bensì in rapporto fra loro in qualità di motori, come lo sono quelli dentro ciascuna delle altre due classi, ma non lo siano coi conduttori della seconda.

§ XXIX. Potrebbe per avventura questa terza classe di conduttori, e motori tutt'insieme, essere formata da corpi, che contengono bensì qualche umore, ma o coagulato, o incorporato e fissato in modo, che non se lo può facilmente spremer fuori, onde neppure possono dirsi propriamente cotai corpi intrisi o bagnati; quali sono molte sostanze animali, muscolari cioè, tendinose, membranacee, nervee ec., che fresche e recenti si mostrano migliori conduttori dell'acqua stessa, e di altri umori; e potrebbero negli organi elettrici della Torpedine quelle laminette, ossia pellicole sovrapposte le une alle altre in sì gran numero entro ciascuna delle colonnette, che compongono tali organi, potrebbero essere metà d'una, e metà d'altra di tali sostanze conduttrici e motrici dell'accennata terza classe, disposte alternativamente, e interpolate ad ogni pajo o coppia eterogenea da uno de' conduttori appartenenti alla seconda classe, da uno strato umido ec. Tale è l'idea ch'io mi formo di siffatti organi elettrici; i quali composti di sostanze tutte conduttrici, a niun altro apparato elettrico possono paragonarsi, fuorchè al mio, il quale imitando perfettamente essi organi negli effetti, vi rassomiglia finanche nella forma.

da J 65 *a.*

Or dunque si richiede una batteria molto capace, perchè imiti sensibilmente le scariche dell'Elettromotore nella durata fino almeno a un certo segno. Qual debba essere cotesta durata acciò per cariche anche debolissime e non marcabili ai comuni elettrometri si possano avere scosse più o meno sensibili; non possiamo precisamente determinarla, le scariche delle nostre batterie anche più grandi contenendosi ancora entro i termini di un tempo brevissimo: comprendiamo però, che dovendo corrispondere la durata della scarica alla capacità della batteria ossia alla quantità di fluido elettrico richiesto a formare quella data carica; quanto maggiore sarà dessa capacità, tanto più sensibile riuscirà la scossa oppure per produrne una data tanto più debole potrà essere la carica.

Per dare di tali rapporti una tal quale estimazione all'ingrosso; recheremo

Digitized by Google

alcuni esempj; e cominciando da una batteria di circa 60 piedi quadrati di armatura faremo osservare; che il più breve contatto possibile di un buon arco conduttore, contatto che duri non più o forse meno di un minuto tanto è bastante per la di lui scarica presso a poco compita.

Supponiamo pertanto, che s'impieghi giusto tal brevissimo tempo di 1 min. terzo a compiersi la scarica, di tale batteria; per altre batterie di 10 piedi di armatura, di 4, di 2, di 1, dureranno le scariche circa 10, 4, 2, 1 minuti quarti.

Ciò supposto quale è la carica richiesta per la batteria, o boccia di 1 solo piede di armatura, a far che dia una scossa leggerissima a due diti, che tengansi tuffati nell'acqua di due bicchieri in guisa di far parte dell'arco conduttore? Ho dunque trovato, che per una tale minima scossa che giunge appena alla seconda articolazione di essi diti, nè punto s'estende alla mano, è più che sufficiente la carica di 1 grado del mio elettrometro a paglie sottilissime, che divergono in punta di mezza linea per grado quella che si scarica in un solo minuto quarto. Che se non un dito solo per parte ma due o tre peschino ne' bicchieri, o la mano intiera, divisa così la sensazione neppure questa minima scossa riuscirà percettibile. In qualunque caso essa è sempre di molto inferiore a quella, che vien data da una pila di 60 in 70 gruppi, la cui carica arriva similmente a circa 1 grado dell'istesso elettrometro in ragione di $^1/_{60}$ od $^1/_{70}$ di grado per gruppo, per ogni coppia cioè di rame e zinco, come ricavo da molte mie sperienze. La ragione di questa grande differenza è, che l'elettromotore non finisce già di scaricarsi come, la boccia, o picciola batteria suddetta, in 1 minuto quarto, ma continua indefinitamente: non è quindi maraviglia, che tante scariche che si succedano, 60 cioè in un minuto terzo eguali a quell'unico della boccia, che compiesi in 1 minuto quarto facendo altrettante impressioni ne' nostri organi, che per un così breve tempo di cui non possiamo rimarcare la successione confondonsi in una sola sensazione, riesce questo tanto più forte, producesi cioè una scossa dolorosa e in.... abile ne' due diti e grave ancora ai pugni, ai gomiti, e fino alle spalle, $\frac{\text{ove}}{\text{qualora}}$ si comunichi alle altre parti dell'arco conduttore, non più coi soli diti, ma con ampia superficie delle mani ben immollate, come tenendole tuffate addentro nell'acqua, o impugnando bene larghe lastre metalliche.

A fare si agguaglieranno però la scossa della boccia, e la scossa della pila, se o questa sia formata di un molto minor numero di gruppi, o elevata la carica di quella ad un grado molto più alta. Ridotta cioè la pila a 4 soli gruppi per cui non giugne la scarica o tensione elettrica, che ad $^1/_{16}$ di grado circa, come ho potuto scoprire col mezzo del Condensatore darà pur essa una leggerissima scossa sensibile ai soli due diti, eguale a quella che dà la boccia da 1 piede d'armatura carica ad 1 grado; e innalzata la carica di questa a 16 gradi, se ne avrà una valida scossa fino alle spalle, eguale a quella che dà la pila ben montata e composta di 60 a 70 gruppi.

Digitized by Google

Or procedendo alle boccie più grandi, o batterie, con una di 2 piedi di armatura la quale impiegherà corrispondentemente non 1 ma 2 minuti quarti a scaricarsi avremo la minima scossa ove sia stata caricata ad $^1/_2$ grado solamente, a quel segno a cui giunge una pila di 70 a 75 gruppi; carica, che l'elettrometro a paglie sottili non marca già più, se non si ricorre al condensatore; e così poi la forte e valida scossa suddetta ove siasi caricata a 8 gradi. Con una batteria di 4 piedi che pur 4 min. quarti dovrà impiegare a scaricarsi compiutamente, basterà la carica, se non di $^1/_4$ di grado, di $^1/_3$ a produrre la minima scossa, e per la forte, ossia eguale a quella di una pila di 60 a 70 gruppi, la carica di 4 o 5 gradi. Ad una di 10 piedi d'armatura di cui la scarica dee durare da 10 min. quarti, basterà per la minima scossa la carica di $^1/_6$ o di $^1/_7$ di grado, e per la potente di circa 3 gradi. Finalmente per la grande batteria di 50 o 60 piedi quadrati di armatura la di cui scarica si prolungherà a 50 e 60 min. quarti, cioè a circa 1 min. terzo, non vi vorrà più di $^1/_{16}$ di grado, per la minima scossa, ed 1 grado solo per la scossa potente eguale a quella della migliore pila di 70 gruppi che ha pure la carica o tensione elettrica di 1 grado.

Pr . Tale è il confronto che vuol farsi della pila od elettromotore colle batterie; dal quale parallelo si vede, che per una carica, o tensione elettrica eguale, eguale ancora sensibilmente è la scossa che producono ambedue, quando però la capacità della batteria sia tanto grande, che a scaricarsi tutta impieghi circa un minuto terzo. In tal caso può anche essa batteria colla carica di un sol grado dell'elettrometro a pagliette, od anche con una minore, far scintillare un momento la punta di un sottil filo di ferro, e fonderne un pochetto: (Pr .) Per una più estesa e lunga fusione non basta tale scarica che dura non più di un minuto terzo, non bastano le batterie di 50 o 60 piedi quadrati di armatura; ci vorrebbero di centinaja e migliaja di piedi, onde le scariche avessero a durare non uno ma più minuti terzi, anzi pure alcuni minuti secondi, ci vorrebbero dico, batterie di quasi infinita capacità per imitare questi ed altri stupendi effetti, che ci offre l'elettromotore costrutto a dovere, mercè le sue scariche, tanto più a lungo protratte, anzi perenni, de' quali effetti farem qui appresso brevi parole.

Pr . Intanto l'eguaglianza degli effetti prodotti, come dall'elettromotore, così dalle batterie cariche all'istesso debolissimo grado; tale perfetta eguaglianza per ciò che riguarda le scosse, e per quello ancora che riguarda la fusione dei fili e fogliette metalliche, portata fino a quel segno, che abbiam mostrato, se non basta a porre in evidenza l'identità del fluido elettrico, e del preteso fluido Galvanico, e a convincere, che niun altro agente v'interviene che quello, domanderò cosa più desiderare si può. Pur io ho ancora a darvi per giunta altre prove, e sono le sperienze, con cui fo vedere a caricare una boccia di Leyden, due, tre, una batteria qualunque, con un semplice e breve toccamento fatto ad esse della pila; a caricarle al grado istesso della pila,

Digitized by Google

nè più nè meno (come mi vien indicato dall'Elettrometro, mediante il soccorso del Condensatore, ed anche senza tal ajuto, ove la pila sia composta di un numero grande di gruppi, p. e. di 100, 150, 200, ecc., che fanno alzare a dirittura il mio elettrometro a paglie sottili a gradi 1 ½, 2, 3, ecc.); con che poi la boccia, le due o tre boccie unite, e la batteria mi danno le scosse corrispondenti a tal grado di carica, e alle rispettive loro capacità. Così è: le scosse che danno esse boccie sono eguali egualissime, sia ch'io le carichi supponiamo a 2 gradi colla macchina elettrica ordinaria, o coll'Elettroforo; sia con una pila di 130 gruppi circa, che marchi pure 2 gradi.

Digitized by Google

XXVII (*B*).

MEMORIA

DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA

SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO

COL

FLUIDO GALVANICO

CONTINUAZIONE DELLA MEMORIA

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. T. XXI (1802) pg. 163. Ant. Coll. t. II. p. II, pg. 195.	Cart. Volt. J 61; J 62; J 63; J 64; L. 22.

OSSERVAZIONI.

J 61. Prima minuta scritta in italiano.

J 62. Minuta di un brano sul principio o della nota a § 30.

J 63. Minuta di un breve brano verso la fine o della nota sulle esperienze del Van Marum.

J 64. Vari fogli staccati di minute diverse di questa parte (tra questi un gruppo notevole che deve essere una delle prime lezioni, e contenente paragrafi della prima o della seconda parte con qualche differenza sensibile dal testo che si stampa).

In Cart. Volt. N. 41 è una lettera autografa del Brugnatelli in data « Pavia 29 settembre 1802 » nella quale si legge: « la v.ª seconda Memoria letta all'Instituto mi premerebbe inserirla nel tomo XX Annali che si stampa: e se colle aggiunte è divenuta lunga, mandatemi la metà già tradotta, che in seguito stamperemo l'altra metà in compimento ».

Quest'ultima non fu poi stampata dal Brugnatelli che interruppe con l'anno 1802 la pubblicazione del suo giornale.

Digitized by Google

Digitized by Google

§ XXX. Resta pertanto provato ad evidenza, che ad ogni contatto di un pezzo di argento o di rame con uno di zinco, e finchè dura tale contatto, conforme si è fatto osservare (§ 19 e segg.), viene spinto il fluido elettrico da quello in questo metallo: nel quale (notisi ciò bene) non rimane già in riposo, impiegandosi a soddisfare qualsiasi di lui appetenza, attrazione, o capacità rispettivamente maggiore, come potrebbe credersi, (e come da taluni è stato male inteso ciò che di questo passaggio del fluido elettrico da uno in altro metallo per virtù del semplice loro contatto ho avanzato in tutte le antecedenti Memorie); ma tende continuamente ad uscirne con una forza eguale ad $^1/_{60}$ circa di grado del mio elettrometro a paglie sottili, siccome l'argento tende con egual forza a ripigliare da altri corpi il fluido somministrato ad esso zinco. Insomma piuttosto che un'attrazione, che tiri il fluido elettrico dall'argento nello zinco pel mutuo loro contatto, vuol dirsi un impulso, qual ei pur sia, che ve lo caccia a forza (*a*). Tale dunque, e tanta elettricità manifestano,

(*a*) Le prime mie sperienze, colle quali ottenea segni all'elettrometro da un piattello di metallo qualunque posto a combaciamento di un altro metallo diverso, e quindi staccatone, sperienze descritte ampiamente nelle Lettere a Gren, e ad Aldini, pubblicate le prime fin dal 1797 in questi annali, e ricordate qui sopra (§ II), poteano per avventura lasciar dubbio, che il zinco per esempio prendendo del fluido elettrico all'argento, lo prendesse solo, e tanto solo quanto corrispondesse ad una certa qual sua appetenza, ossia bisogno di saturarsene in certo modo, e che amasse quindi ritenerlo, nè se ne mostrasse aggravato, ossia carico sopra il naturale suo stato, elettrico quindi per eccesso, se non dopo staccato dall'argento, da cui avea tratto tal dose di fluido. Io però non pensava così; ma bene, che durante ancora il suo accoppiamento coll'argento tendesse esso zinco a cacciar fuori d'altra parte il fluido elettrico ricevuto, o che andava ricevendo da quello, a sgravarsene cioè versandolo ne' conduttori umidi, con cui avesse comunicazione: e così che l'argento tendesse a tirarne se sè dagli stessi, o da altri conduttori umidi, per risarcirsi di quello già da lui versato, o che andava versando nello zinco; con che venisse poi a formarsi, ove fosse compito il circolo conduttore, quella corrente continua di fluido elettrico, che ho sempre sostenuta, quella corrente che producea a mio avviso tutti i fenomeni dell'in allora mal supposta elettricità animale, ossia di quello che anche in oggi vuol chiamarsi *Galvanismo*. Ora le sperienze, con cui ottengo segni sensibili all'elettrometro da due metalli diversi accoppiati, mentre, e per tutto il tempo che stanno effettivamente congiunti

Digitized by Google

cioè $^1/_{60}$ di grado di El. *per eccesso* (El. +) il zinco, di El. *per difetto* (El. —) l'argento, stando a tal mutuo contatto applicati, e finchè ci stanno; e a tanto di tensione possono quindi portarla in altri conduttori, o recipienti, cui si faccia comunicare questo o quello di tai metalli accoppiati, mentre l'altro comunica liberamente col suolo, condizione affatto necessaria (§ V, XVI e segg.).

§ XXXI. Questo principio è il fondamento di tutto. Al quale se si aggiunge la supposizione, già non più supposizione, ma verità di fatto, che ad ognuno di tali contatti de' due metalli, riceve il fluido una tale e tanta spinta, che questi impulsi cioè si ripetono per ciascheduna di tali coppie metalliche poste in serie, e perseverano costantemente durando i contatti, come le sperienze han dimostrato (§ XX e segg.) niente più manca per la spiegazione di tutti i fenomeni, che presenta il mio apparato.

§ XXXII. Si spiega particolarmente per tal azione continuata indeficiente come non solamente un condensatore, ma una boccia di Leyden picciola o grande che sia, ed anche grandissima, e fino una capacissima batteria elettrica, si carichino da un tal apparato in pochi istanti alla medesima *tensione* di questo, cioè ad 1 grado circa del mio elettrometro a paglie sottili, ove esso apparato sia composto di circa 60 coppie di zinco e argento, o zinco e rame; a 2 gradi ove sia composto di 120 coppie ec.; giacchè l'apparato colla sua perseverante azione continua a comunicare l'elettricità ad essa boccia o batteria, a infondervi cioè via via fluido elettrico se le tocca coll'estremità sua che ne ridonda, semprechè l'altra estremità che ne scarseggia possa mediante le necessarie comunicazioni risarcirsi quanto bisogna; o viceversa continua a sottrarne, se con questa estremità negativamente elettrizzata le tocca, mentre l'altra gode di opportuno sfogo, ossia comunica a capace recipiente, in cui versare il fluido accumulato; continua, dico esso apparato elettromotore a comunicare la sua elettricità positiva o negativa a qualsisia recipiente, al condensatore, alla boccia, alla batteria, fino a che la carica vi sia portata ad una *tensione* equilibrata colla sua, finchè cioè la reazione sia eguale all'azione: locchè si compie in pochissimi istanti; rigorosamente però in tempo più lungo a misura che la capacità della boccia, o delle boccie riunite, che ricevono tal elettricità è più grande.

§ XXXIII. Or una boccia di vetro molto sottile, che abbia circa un piede quadrato di armatura, caricata ad 1 o 2 gradi del detto elettrometro a paglie sottilissime, che ne faccia cioè divergere le punta $^1/_2$, od 1 linea può già dare

---

(§ 5 e segg.), e ne ottengo di tanto più forti dal nuovo apparato a colonna, a corona di tazze, ec. quanto maggiore è il numero de' metalli diversi permanentemente accoppiati, e disposti in giusta serie (§ 20 e segg.), queste sperienze pongono la cosa fuori di dubbio, e confermano nella più bella maniera le mie antiche idee.

Digitized by Google

una scossa, debolissima invero, ma pur sensibile, provocandone la scarica mercè il toccarne l'uncino procedente dall'interna armatura con una lastra di metallo, che tiensi impugnata in una mano ben umettata, mentre un dito dell'altra mano pesca in un vaso d'acqua comunicante per mezzo di altra lamina metallica al tondo, ossia armatura esterna di essa boccia; una scosserella cioè, che prende una o due articolazioni di quel dito intinto (*b*). Che se facciasi la prova con boccie o grandi giare, pur esse di vetro sottile, aventi 2, 3, 4 piedi quadrati di armatura, e caricate similmente, o con un breve contatto del mio apparato, o colle scintille di un elettroforo, o con macchina elettrica ordinaria, caricate, dico, ad 1 o 2 gradi dello stesso elettrometro a pagliette, la scossa notabilmente più risentita a proporzione prenderà tutto il dito, ed anche forse ambe le mani fino al carpo. Finalmente con una batteria di 10, 15, 20 piedi di armatura riuscirà assai più grave la commozione con la stessa carica di 1 ovvero 2 gradi, e si estenderà al gomito, e per avventura fino agli omeri. Nulla dico dell'effetto che produrrebbero batterie di 60, 100, 150, 200 ec. piedi quadrati caricate con apparati di 200, 300, o più coppie metalliche, e quindi a più di 3, 4, 5 gradi, perchè non ho ancora sperimentato con elettromotori e batterie così grandiosi: del resto è facile predire che se ne avrebbero scosse tanto più valide ec. (*c*).

§ XXXIV. Conviene, perchè riescano queste sperienze colle boccie di Leyden, e massime colle batterie di portata, che non vi sia fra i conduttori delle medesime che debbono comunicare fra loro, nè fra questi e le rispettive armature, la minima interruzione; giacchè altrimenti non potrebbe effettuarsi a dovere nè la carica, nè la scarica, essendo tale carica, che arriva ad 1, o 2

(*b*) Farò osservare qui che con questa maniera, la più acconcia a far sentire le picciolissime scosse, ne ottengo la minima, cioè una appena appena sensibile al dito mignolo, dalla giara di 1 piede quadrato di armatura, pur che sia di vetro ben sottile caricata a ½ grado; ed una parimenti minima dalla mia batteria di 10 piedi quadrati caricata ad $^1/_8$, ed anche a $^1/_{10}$ solamente di grado: le quali debolissime cariche ben si comprende che non possono manifestarsi nè all'elettrometro mio a paglie sottili, nè a quello pure di BENNET a listerelle di foglietta d'oro, se non coll'ajuto di un buon condensatore.

(*c*) Al tempo che stesi, e lessi all'Instituto Nazionale di Francia (in Novembre cioè del 1801) la presente Memoria, non avendo ancor potuto procurarmi delle più grandi batterie costrutte colle attenzioni richieste, avea fatto delle prove soltanto con picciole, e al più di 10 piedi quadrati di armatura, ch'io mi era costrutte in mia casa a Como alcuni mesi prima. Or questa batteria di 10 piedi caricata con uno de' miei apparati a colonna di circa 120 coppie di rame e zinco, mi dava una abbastanza forte commozione fin oltre al gomito. Intanto il Dott. VAN-MARUM da me eccitato a sperimentare più in grande, faceva le sue prove in compagnia del Prof. PFAFF con una batteria di circa 150 piedi quadrati di armatura, che caricava con varie pile, fino con una di 200 coppie, e ne avea scosse molto più gagliarde, non però tali ancora quali mi sarei aspettato, e quali ottenute si sarebbero, se fosse stata meglio costrutta la batteria stessa, e soprattutto il vetro delle giare più sottile.

Digitized by Google

gradi solamente dell'elettrometro a paglie sottili, tanto debole, che non può lanciarsi all'intervallo di $^1/_{60}$, e neppure forse di $^1/_{600}$ di linea [1], ossia spezzare una lamina d'aria di tale grossezza, come mi sono con apposite sperienze assicurato (*d*): nè superare qualsiasi altro equivalente ostacolo. Di qui viene che fino le catene metalliche formate di più anelli, ed anche di pochi, se non siano molto tese, arrestano la scarica, o almeno non la lasciano passare abbastanza liberamente per produrre la scossa, arrestano, dico, o ritardano la scarica della boccia o della batteria elettrizzata a così debole grado, come arrestano o ritardano quella della Torpedine (*e*), e del mio nuovo apparato, che

---

[1] *In Cart. Volt. L* 22 *è scritto* « ne saproit peut franchir un intervalle d'$^1/_{400}$ de ligne... ». *E in Cart. Volt. J* 61 *è scritto* « Seguendo una tal legge, o regola, per le cariche più piccole una di 4 gradi potrà appena passar alla distanza di $^1/_{21}$ di lin., una di 10 gr. ad $^1/_{48}$ lin., una di 6 gr. ad $^1/_{100}$, una di 4 gr. ad $^1/_{200}$ lin., una di 2 gr. ad $^1/_{400}$, una di 1 gr. ad $^1/_{800}$ lin. ». [*Nota della Comm.*].

(*d*) Queste sperienze, per cui ho congegnata a bella posta una macchinetta, che serve benissimo anche ad altre investigazioni, mi hanno mostrato: che per la scarica ossia per il salto della scintilla fra due palle metalliche di un pollice circa di diametro ad 1 linea di distanza, vi vuole che la carica tanto di un semplice conduttore, quanto di una boccia picciola o grande, ed anche grandissima, giunga a 12 in 13 gradi di un elettrometro di HENLY, ossia quadrante elettrometro, reso più leggiero dei comuni, e per altri riguardi da me perfezionato, colle debite correzioni alla scala, onde averne i gradi esattamente comparabili, che per il salto della scintilla di 2, 3, 4 linee vi vogliono proporzionatamente da 25, 34 ½, 50 gradi di carica; e così 6 gradi solamente, o poco più per il salto di ½ linea, 3 g. per quello di ¼ lin. ec., insomma, che la distanza a cui può giungere la scintilla, ossia farsi la scarica, è in esatta o quasi in esatta proporzione col grado di elettricità che segna l'elettrometro corretto, almeno dentro gl'indicati limiti. La qual cosa è invero molto rimarcabile, come lo è più ancora che la lunghezza del tiro della scintilla per egual grado dell'elettrometro non differisca notabilmente, qualunque sia la capacità del recipiente che porta la carica, o picciola cioè di un semplice conduttore, o grande di una boccetta di Leyden, o grandissima di un'ampia giara, o di molte unite in una batteria, conforme abbiamo già accennato: così dunque tanto lanciasi la scintilla a due linee di distanza, e non più, da una batteria carica a 25 gradi del quadrante-elettrometro, la qual carica importa una grandissima quantità di fluido elettrico; quanto da una sola mediocre o picciola boccia, od anche da un semplice conduttore, la cui carica, segnando ugualmente all'elettrometro 25 gr., è formata da molto minor copia di fluido.

Ora 1 grado di quel quadrante-elettrometro valendone circa 12 dell'altro mio a paglie sottili, come da molti confronti fatti ho potuto rilevare, risultano 150 gradi di questo elettrometro per la scarica che può farsi ad 1 linea di distanza: e ritenuta la giusta proporzione sopraindicata per un sol grado di carica a questo stesso elettrometro (cioè ½ linea che si aprano le punte delle pagliette) ad $^1/_{150}$ di linea potrà giugnere la scarica, e non più; per 2 gradi ad $^1/_{75}$ lin. ec.

(*e*) Il Sig. CAVENDISH nella sua egregia memoria (inserita nelle Transazioni Anglicane per l'anno 1776), in cui paragona appunto la scarica elettrica della torpedine a quella di una grande batteria caricata debolissimamente, per ciò che dall'una, come dall'altra, una grandissima copia di fluido elettrico si scaglia con una picciolissima intensità, ha mostrato come si possono imitare appunto con una grande batteria carica ad un debolissimo grado, tutti gli accidenti della

Digitized by Google

1 — Due batterie di Leida con grandi giare a pareti molto sottili e uniformi, ed altre cinque grandi giare (N. XXVII).

2 — Batterie di Leida, l'una di sedici, l'altra di dodici giare pure a pareti sottili ed uniformi (N. XXVII).

(Dai Cimeli scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano).

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

tanto vi rassomigliano, l'impediscono cioè i piccolissimi intervalli fra anello ed anello, o qualche patina che li ricopre e toglie l'immediato contatto metallico.

§ XXXV. Quindi anche i conduttori imperfetti, come l'aria diradata eziandio al sommo, il vetro rovente, e la fiamma stessa (la quale non è già un buon conduttore, siccome si è veduto), i legni, le pelli, ed altri corpi non molto umidi, se non impediscono del tutto, difficultano almeno e ritardano tale scarica, tanto che non si ha una scossa sensibile. Così è; l'interposizione ai migliori conduttori di una fiamma viva, anche per una sola mezza linea, toglie di sentire la scossa, sia da una grande boccia o batteria elettrica, sia dal mio apparato elettro-motore, ne' quali la *tensione* arrivi a pochi gradi solamente dell'elettrometro a pagliette (*f*) comunque lasci tragittare essa fiamma, ma lentamente, il fluido elettrico tantochè con un poco più di tempo si accumula nel condensatore in quantità sufficiente, per dar indi i soliti segni all'elettrometro, come ho più volte sperimentato.

§ XXXVI. Ed ecco così spiegata naturalmente la cosa: ecco tolta l'objezione che la fiamma, ottimo conduttore dell'elettricità, qual si pretendea (ma che tale poi non è), pur non lo sia, o sembri non esserlo, dell'agente galvanico: ecco infine dimostrato, che tutto procede del pari per le boccie o batterie elettriche, e per il nuovo mio Apparato elettro-motore.

§ XXXVII. Così non dee più far meraviglia che una carta sottilissima interposta ad ottimi conduttori, la pelle asciutta del nostro corpo, e fin l'epidermide delle foglie verdi, bastino ad impedire la scossa che dovrebbe dare, o il detto Apparato, o la batteria elettrica, e che danno poi ove tal carta, o pelle, trovinsi umettate a dovere. Non dee insomma far meraviglia, che cariche cotanto deboli non possano vincere la più picciola coibenza, e che i conduttori di lor natura molto imperfetti, o trattengano o ritardino assai il corso al fluido elettrico spinto con forza troppo debole, qual è quella che manifestasi con 1 grado o 2 di *tensione*.

§ XXXVIII. Ma nasce qui invece un'altra difficoltà. E come mai, dirassi, può una carica elettrica cotanto debole, e la di cui scarica non succede alla minima distanza visibile ma solo può elicersi coll'addurre degl'ottimi conduttori al contatto, o quasi a contatto, come può tal meschinissima carica eccitare sì potente scossa? Questa difficoltà, comune parimenti alle grandi boccie

---

scossa della Torpedine, e segnatamente quelli di non trasmettersi essa commozione per archi conduttori aventi la più piccola interruzione, di non eccitare quindi scintilla visibile, di non produrre movimenti elettrometrici, ec.

(*f*) Le prove, che ho fatte a questo oggetto mi hanno mostrato, che acciò la fiamma traduca la scossa di una boccia o batteria, vuol essere la carica più di 20 o 30 gradi del detto mio elettrometro.

Digitized by Google

o batterie, agli amplissimi conduttori, e ai miei nuovi apparati elettro-motori, mi propongo ora qui di togliere in un modo, che dovrà soddisfare chiunque voglia meco ben ponderare le cose, che vado ad esporre. Ma prima mi giova far osservare, che una tal difficoltà non milita dunque contro l'identità del fluido elettrico e del galvanico, ossia di quello che è messo in giuoco de' detti miei apparati; giacchè è comune e a questi, ed alle grandi boccie o batterie; e che ho quindi avuto ragione di dire nel primo annunzio che diedi di tali apparati alla Società Reale di Londra nel mese di Marzo del 1800, che le scosse prodotte da' medesimi sono simili, dell'istessa natura e polso di quelle delle *grandi batterie elettriche debolissimamente cariche*, supplendo, come in queste, così e meglio ancora in quelli, alla poca intensità, onde è spinto il fluido elettrico, la grandissima quantità del medesimo, che passa in una corrente continua per molti istanti successivi.

§ XXXIX. Si è creduto di spiegare sufficientemente come e perchè una batteria, od una boccia di Leyden di gran capacità, caricata a un grado debolissimo produce una forte scossa, quale non è prodotta da una picciola boccia caricata al medesimo grado, si è creduto di spiegar ciò in una maniera soddisfacente col dire semplicemente, che gli è perchè la capace boccia o batteria scarica *in un istante* una più grande quantità di fluido elettrico che la boccetta, e precisamente una copia tanto più grande, quanto ella ha più di capacità. Ma non si è fatto attenzione che questo termine *in un istante* non è rigorosamente giusto, che egli è anzi assolutamente falso, se si intende un momento indivisibile. Egli vi abbisogna sempre di un tempo finito per una scarica qualunque: che è quanto dire, essa deve durare un certo tempo: quantunque questo tempo possa essere, e sia infatti per le scariche ancora delle più grandi boccie o batterie, brevissimo, e tale che difficilmente potremmo noi misurarlo, tale insomma, che ci sembra un istante. Or questo tempo, questa durata della scarica debbe tirare più in lungo a carica eguale (al medesimo grado cioè dell'elettrometro) per una grande che per una piccola boccia, e tanto appunto più in lungo, quanto la capacità dell'una, e quindi la quantità di fluido elettrico che forma una tal carica, supera la capacità dell'altra; giacchè a carica eguale *la tensione elettrica*, e per conseguenza la velocità con cui il fluido elettrico viene spinto, e deve scorrere scaricandosi, è la medesima. Per tal modo, supponendo che la capacità sia 10 volte più grande, siccome ha bisognato in questo caso 10 volte più di fluido elettrico per portarvi la carica al dato grado, così parimenti vi bisognerà 10 volte più di tempo acciò la scarica di tutto questo fluido si compia colla *tensione* e velocità data. Così è: per l'istessa ragione che vi va 10 volte più di tempo circa a caricare questa boccia, che ha 10 volte più di capacità, a caricarla, dico, a un dato grado, con una macchina elettrica di un attività data e costante, di quello ci vada a caricare una boccetta, la quale non abbia che 1 di capacità; ci andrà pure 10 volte più di tempo per compirne la scarica, che fassi con una *tensione* data.

Digitized by Google

§ XL. Non è dunque vero, che le boccie e batterie di una grande capacità versino collo scaricarsi una *più grande quantità* di fluido elettrico *in un istante*, ossia nel medesimo tempo che le picciole e di ristretta capacità, cariche le une e le altre al medesimo grado dell'elettrometro. Elleno non ne versano che la medesima quantità pel primo istante (attesochè la *tensione* elettrica, e quindi la velocità della corrente di questo fluido, è la medesima per le grandi boccie come per le picciole nella nostra supposizione); ma la scarica delle grandi, ossia molto capaci, dura più istanti che quella delle picciole boccie. Non v'ha dubbio: la scarica delle prime impiega più tempo; ella si estende, per così dire, a molte scariche successive, quantunque si compia ancora in un tempo cortissimo, tale che a noi pare un istante, come già si è detto (§ prec.).

§ XLI. Ciò ritenuto, parrebbe che una boccia di Leyden grandissima non dovesse dare una più forte commozione di quello faccia una boccia mezzana, o piccola, caricate al medesimo grado dell'elettrometro, s'egli è pur vero che la medesima quantità di fluido elettrico viene a versarsi sì dall'una che dall'altra *in un istante*; giacchè il fluido elettrico essendo animato egualmente, sollecitato dalla medesima tensione, spinto in una parola colla medesima velocità, tanto dalla picciola boccia quanto dalla grande, cariche ad egual grado di *tensione*, dovrebbe urtare o scuotere egualmente nell'uno e nell'altro caso la persona attraverso di cui si scarica. E di vero la corrente elettrica non è ella eguale in tali casi, o vogliam dire, non passa la medesima quantità di fluido elettrico in un dato tempo? Ciò è, che abbiamo stabilito, posta la *tensione* di carica eguale, vale a dire al medesimo grado dell'elettrometro. Come va dunque che la scossa è più forte quando viene da una boccia più grande, o da una batteria; e tanto più forte, quanto questa boccia o batteria ha maggiore capacità? Ciò viene da che la scarica è prolungata, cioè a dire che la corrente elettrica dura un tempo tanto più lungo, quanto la dose di fluido che forma la carica di detta grande boccia o batteria supera la dose che forma la carica della picciola boccia, portate al medesimo grado dell'elettrometro l'una e l'altra.

§ XLII. Si avrà forse della pena a credere che la forza della commozione sia dovuta alla continuazione del torrente elettrico, alla sua durata per un certo tempo, sembrando che siffatte commozioni elettriche, siccome le scariche delle boccie di Leyden che le producono, siano istantanee, ed essendo sempre state riguardate come tali. Ma ben riflettendo si comprenderà tosto che niente si può effettuare assolutamente in un istante indivisibile; e che in particolare la corrente di fluido elettrico prodotta da una scarica qualunque, deve in ogni caso durare un certo tempo, un tempo finito; comecchè questo tempo possa essere cortissimo, e non misurabile coi nostri mezzi, come si è già detto (§ XXXIX e seg.). Ora la cosa procede giusto così: il tempo che dura il torrente elettrico prodotto dalla scarica di una grande batteria, per es. di 40, 60, o più piedi quadrati di armatura, caricata a 1 o 2 gradi del mio elettro-

Digitized by Google

metro a paglie sottili, scarica che può dare una assai forte commozione alla persona, cui questo torrente attraversi (§ XXXIII), un tal tempo non arriva sicuramente ad $^1/_{20}$ di secondo, e forse neppure ad $^1/_{50}$, o ad $^1/_{100}$ (*g*). Non

(*g*) Quando tengo ben impugnata in una mano umida una larga lastra di metallo annessa alla base di una buona pila, e porto il vertice di questa al contatto del conduttore procedente dalle armature interne della mia batteria ottimamente disposta per così caricarla, se nel medesimo tempo comunico coll'altra mano parimenti umida colle armature esterne, all'atto di tale carica ne rilevo in ambe le mani una scossa, prodotta, come si comprende, dalla copia di fluido elettrico che viene estratto da una faccia delle bocce componenti la batteria, corrispondentemente a quello che si accumula nella faccia opposta, conforme alla nota teoria delle cariche di Leyden; rilevo, dico, una scossa da quella copia di fluido elettrico, che accorre così attraversando il mio corpo ad un capo della pila, a misura che l'altro capo ne versa nella batteria, e v'induce la carica; scossa, che riesce tanto più forte, quanto più è attiva essa pila, e quanto la batteria è più capace. Dopo questa scossa, che ricevo per un contatto della pila colla batteria, il quale avvegnachè brevissimo, e sensibilmente istantaneo, basta a compiere di questa la carica, a portarla cioè al grado di *tensione* che ha la pila medesima, non ho più altre scosse continuando, o replicando tali contatti; ma bene ne rilevo una eguale, ed anzi più gagliarda, provocando ora dell'istessa batteria la scarica con una semplice lamina metallica egualmente impugnata da una mano senza la pila. Così poi alternando i toccamenti, or colla pila, or colla semplice lamina, ho quante scosse voglio da altrettante cariche e scariche della batteria, ec.

Or la carica che s'induce nella batteria dalla scarica della pila (come vi s'indurrebbe dallo scaricarvi sopra un'altra batteria, ossia compartir a quella la carica di questa), abbiam già detto, ed è chiaro altronde per la scossa assai sensibile che cagiona all'atto stesso che vi si induce, che ciò compiesi in tempo così breve, che può quasi dirsi un istante. La scarica poi di essa batteria si fa in tempo ancora più breve, come indica la scossa più valida anzi che no di tale scarica; e come debb'essere, trovando la corrente elettrica più facile e spedito passaggio per l'arco conduttore formato della semplice lamina metallica e del corpo della persona, che per questo e la pila, nella quale i dischi umidi interposti ai piattelli metallici offrono, per essere conduttori molto meno perfetti (come vedremo meglio in seguito) altrettanti ostacoli al libero corso del fluido elettrico, e lo ritardano notabilmente. Con tutto questo passa esso da un capo all'altro della pila con tanta prestezza, se tali dischi siano ben intrisi di acqua, e meglio assai di qualche buona soluzione salina, e tanto ne passa continuamente, che a versarne nella mia batteria di 10 piedi quadrati di armatura tutta quella dose, che vi vuole per portarvi la carica ad 1, 2, 3 gradi dell'elettrometro a paglie, secondo che essa pila è composta di 60, 120, 180 coppie di rame e zinco, basta un contatto il più breve, ch'io abbia potuto finora effettuare, e la cui durata ho potuto calcolare che non arriva ad $^1/_{50}$ di secondo, e basterebbe probabilmente anche molto meno. Il Sig. VAN-MARUM infatti portava la carica della sua batteria, otto o dieci volte più capace della mia, all'istesso grado delle sue pile tanto grandi che picciole, con un contatto delle medesime, che giugneva al più ad $^1/_{20}$ di secondo (vegg. la sua Lettera a me diretta, ed inserita negli *Annali di Chimica* sì Francesi, che Italiani, e in estratto nell'*Histoire du Galvanisme* di SUË).

Che se i dischi umidi della pila lo sian poco, o trovinsi quasi asciutti, sicchè non possa questa dare, provocandola, che scosse leggieri, od anche insensibili affatto, pel ritardo che soffre la corrente elettrica da tali dischi troppo cattivi conduttori; marcando ciò nonostante essa pila la *tensione* corrispondente al numero e qualità delle coppie metalliche di cui è formata

Digitized by Google

ostante si concepisce che può durare, e la ragione ci persuade, che dura effettivamente 100 volte più che il torrente prodotto da una boccia carica egualmente ad 1, o 2 gradi, ma la cui capacità sia 100 volte più picciola. Or bene; egli è a cagione di questa durata troppo corta di un torrente elettrico eguale altronde in velocità, che la scossa riesce insensibile, o quasi insensibile con tal picciola boccia; laddove ella è non solamente sensibile, ma fortissima; allorquando un torrente della medesima forza o velocità dura 100 volte più, provenendo dalla batteria di una capacità 100 volte maggiore, da una batteria caricata del pari a 1, o 2 gradi soltanto del mio elettrometro a pagliette.

§ XLIII. Questo tiene infine alla natura, e disposizione dei nostri organi, i quali, per essere affetti sensibilmente da un agente qualunque, hanno bisogno d'essere sottoposti alla di lui azione per qualche tempo, e sì per un tempo più o men lungo, secondo la natura d'esso agente e il suo grado di attività; e secondo ancora l'eccitabilità propria a ciascun organo. Gli è così che voi non provate punto di impressione sensibile pel contatto passaggiero e momentaneo di un ferro caldo, che vi brucierà le dita ove duri alcuni istanti. La cosa è molto più marcata allorchè l'agente applicato ad alcuno de' nostri organi, o sensi, è poco energico, come quando si applica alla lingua una sostanza leggermente sapida, alla pelle un liquore debolmente caustico, ec., giacchè non si risente il sapore, e il dolore, che dopo alcuni istanti: vi bisogna dunque per eccitargli un'azione continuata per un certo tempo. La necessità di una tal continuazion di azione è ancora più osservabile allorchè (per riaccostarci al nostro soggetto) si vuol eccitare coll'apparecchio elettro-motore quella specie di pungimento, e di dolor cocente, che si sente facendo toccare una delle estremità di esso apparecchio (segnatamente quella che manifesta l'elettricità negativa) (*h*) alla punta del naso, alla fronte, o ad un'altra parte del volto; giacchè se detto apparecchio non è troppo attivo, s'egli non è composto che di 20 coppie metalliche incirca, il bruciore non comincia a farsi sentire, se non dopo che il contatto ha durato alcuni secondi.

§ XLIV [²]. Egli è ben lungi, che l'azione elettrica, o la corrente di fluido pro-

---

(cioè di 1 grado dell'elettrometro a paglie sottili per circa 60 coppie di rame e zinco, di 2 gradi per 120 coppie, ec.), varrà pur anche a caricare fino ad 1, 2 gradi ec. la batteria; ma si richiederà per ciò un contatto che duri per avventura ¼ di secondo, ½, un secondo intiero, od anche più secondi, come ho più volte sperimentato: e allora non si avrà scossa alcuna per l'atto di tale carica della batteria, che fassi troppo lentamente; ma bene poi si avrà scaricandola.

(*h*) Non si comprende facilmente la ragione per cui è molto più intenso e vivo il bruciore eccitato dal capo o polo negativo della pila, che dal positivo, quantunque la *tensione* elettrica marchi un egual grado. La differenza è grandissima, riuscendo più cocente il dolore con una pila di 20 coppie metalliche applicata in quella maniera, che con una di 60 applicata in questa.

[²] *Da questo punto la numerazione dei §§ in Br. Ann. è errata: questo § porta il numero XLV, segue il XLVI ecc. Si corregge la numerazione, come è fatto anche in Ant. Coll.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

dotta o da una scarica di Leyden, o da uno de' miei apparecchi debba durare sì lungo tempo per eccitare ciò che si chiama la *commozione*: questa non è sì tarda a comparire come l'anzidetta sensazione di dolore; al contrario è molto pronta. Noi abbiam detto (§ XLII) e l'esperienza lo dimostra, che non richiede forse più di $^1/_{20}$, di $^1/_{50}$, di $^1/_{100}$ di secondo, o meno ancora, cioè di quel tempo che impiega la scarica di una grande batteria caricata ad 1, ovvero 2 gradi: che un sì corto spazio di tempo basta per dare una scossa assai forte. Ma sempre sta che vi vuole un qualche tempo; e che un istante indivisibile non basta, e neppure un tempo finito eccessivamente corto, com'è quello che impiega a scaricarsi una boccia 100 volte meno capace, caricata similmente ad 1 ovvero 2 gradi soltanto (§ ivi), tempo, che non arriva forse ad $^1/_{2000}$, ad $^1/_{2000}$ [3], o $^1/_{10000}$ di secondo.

§ XLV. Coerentemente a ciò che veniamo di far osservare, si può, paragonando la scarica della grande giara o batteria colla scarica della boccetta 100 volte meno capace, si può, dico, considerare la prima come la ripetizione di 100 scariche eguali a quella della boccetta, scariche le quali si succedono e colpiscono la persona 100 volte di seguito: e siccome tutti questi colpi replicati si succedono cotanto rapidamente, cioè nello spazio di $^1/_{50}$, di $^1/_{200}$ di secondo o meno, si può riguardargli, sendo così prossimi gli uni agli altri, come riuniti e confusi in un sol colpo, che si fa sentire per tal guisa 100 volte più forte. È cosa ben sicura che le impressioni portate sopra i nostri organi non si estinguono all'istante, ma durano qualche tempo. Quando dunque e le prime impressioni sussistendo ancora, ne sopravvengono delle altre in seguito, tutte queste impressioni si accumulano, per così dire, e ne risulta un'impressione altrettanto più viva ed energica.

§ XLVI. Concludiamo, che la durata della scarica, o della corrente elettrica, proporzionale alla capacità dei recipienti, supplendo alla debolezza, o picciola *tensione* della carica, possono ottenersi delle forti scosse, per debole che sia cotesta carica, fosse ella ancora di $^1/_2$ grado, di $^1/_4$, di $^1/_{10}$ del mio elettrometro a paglie; purch'ella si trovi posseduta da recipienti proporzionalmente più grandi (come sarebbero delle batterie di 100, 200 ec. piedi quadrati di armatura), affine che il torrente prodotto dalla scarica abbia una durata tanto più lunga (quantunque non ancora misurabile a' nostri sensi).

§ XLVII. Egli è facile al presente di fare l'applicazione di ciò che abbiamo fin qui considerato, al mio apparecchio. Se una batteria elettrica, caricata ad 1 o 2 gradi dell'elettrometro a paglie, può dare una buona scossa, allorchè avendo 10 piedi quadrati di armatura (§ XXXIII) ella produce colla sua sca-

---

[3] *Così in Br. Ann. ed in Ant. Coll.; probabilmente dovrebbe leggersi* $^1/_{5000}$*: in Cart. Volt. L 22 la stima della durata di questo tempo si limita ad* $^1/_{2000}$ *di secondo.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

rica una corrente di fluido elettrico che, dura $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ di secondo, o meno (§ XLII); e se avendo 40, 60, 100 piedi, ella dà, per la medesima carica di 1, o 2 gradi, la quale si scaricherà per conseguenza in un tempo altrettanto più lungo, cioè di $^1/_{400}$, di $^1/_{600}$, di $^1/_{1000}$ di secondo, dà dico delle scosse altrettanto più forti (§ XXXIII, XLI), e cosa [4] non dobbiamo aspettarci da'miei apparecchi elettro-motori, i quali siano composti di 60 a 120 coppie di rame e zinco, tanto cioè da manifestare anch'essi 1 in 2 gradi di *tensione*? Che non dobbiamo aspettarci da questi apparecchi, considerando, che il torrente elettrico eccitato da essi, in luogo di durare soltanto per qualche frazione picciolissima di minuto secondo, è continuo, e indeficiente? Cosa non dobbiamo aspettarci, ripeto, da questi apparecchi, che in un istante quasi caricano a 1, 2, 3 gradi, secondo che sono essi composti di 60, 120, 200 coppie metalliche ec., le giare, e le batterie più grandi, e le portano così allo stato di dare delle potenti scosse, come abbiam veduto? È egli sorprendente che possano darne di egualmente forti, o più ancora, essi medesimi? Deve anzi far meraviglia, che non lo diano ancora più forti e più violente di molto, che alcuna delle più grandi batterie caricate al medesimo grado di tensione; giacchè, riguardo alla durata del torrente elettrico, debbono paragonarsi questi apparecchj, che sono *elettro-motori perpetui*, alle batterie di una grandezza immensa, o la di cui capacità sarebbe infinita (*i*).

---

[4] *In Br. Ann. si legge erroneamente* « così »: *in Ant. Coll. l'errore è corretto: mancano confronti possibili coi Mns.* [*Nota della Comm.*]

(*i*) Nelle sperienze di VAN-MARUM sopracitate (nota seconda al § XXXIII) una batteria di 134 ½ [5] piedi quadrati di armatura, caricata col contatto di una colonna di 200 coppie metalliche, dava una commozione, la quale, avvegnachè bastantemente forte, lo era meno della scossa che dava essa medesima la colonna, minore, dico, della metà circa. Vi è pertanto luogo a credere che una batteria di 400, 500, o 600 piedi, caricata al medesimo punto, l'avrebbe data di egual polso che la colonna; e che una batteria più grande ancora, e gr. di 1000 piedi, portata al medesimo grado di carica della colonna, avrebbe prodotto una commozione più forte che non essa colonna.

Ma come mai potrebbe darsi che la commozione della batteria riuscisse più forte, la carica essendo tutt'al più eguale, ossia portata alla medesima *tensione* di quella della *pila*? Come mai la pila darebbe essa medesima una commozione men forte che la batteria da lei caricata? Ciò viene da che nella pila la corrente elettrica non è mai del tutto libera, ch'ella vi è più o meno impedita e ritardata dalle interruzioni fra i metalli, cioè dagli strati umidi interposti, i quali non sono abbastanza buoni conduttori, come già indicammo (nota al § XLII), e come vedremo meglio in seguito; laddove nelle batterie ben costrutte non esistendo nè queste, nè altre cause di ritardo, le scariche si fanno più liberamente.

Così è: il fluido elettrico trova impedimento e ritardo nel suo corso, quand'anche i cartoni o panni interposti alle lamine metalliche nella pila, siano ben imbevuti d'acqua salata. Che se non lo sono a dovere, se trovinsi poco umidi, o se invece d'acqua salata sieno intrisi di acqua pura, la quale è conduttore molto più imperfetto, il torrente elettrico sarà tanto più ritardato,

[5] *In J 63 si legge 147 ½.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

§ XLVIII. Lungi pertanto dal maravigliarci della forte commozione, che eccitano con una *tensione elettrica* assai debole i miei apparecchj, la di cui capacità altronde può considerarsi come infinita, avendo riguardo alla durata della scarica, che è interminabile; dobbiamo piuttosto rintracciare la causa perchè non riesca ancora più forte tale commozione, e non superi di lunga mano quella della batteria la più grande che mai costruire si possa, caricata al medesimo grado; la di cui capacità sarebbe sempre finita, e la scarica limitata quindi a un tempo più o men corto; laddove interminabile è quella, ripetiamolo, de' detti apparati elettromotori. Ma conviene osservare primieramente che la durata della scarica, ossia del torrente elettrico, oltre un certo tempo, che non è già lungo, che non arriva forse a $^1/_{10}$ di secondo, non serve più ad accrescere o rinforzare la composizione. Non è che dentro certi limiti, i quali sarebbe difficile di determinare, che è riposta la continuazione dell'azione sopra i nostri organi. Gli urti e colpi che questi ne ricevono, colpi reiterati che si succedono senza interruzione, confondonsi in certa maniera in un sol colpo, come ho cercato di spiegare qui sopra (§ XLV). Durando dipiù, oltrepassando p. e. $^1/_{10}$ od $^1/_8$ di secondo, cominciamo a distinguere la durata della sensazione dall'intensità. Così continuando la corrente elettrica a stimolare l'apice della lingua, continua pure è la sensazione di sapore, continuo e crescente il bruciore sulla fronte, sul naso, o su altre parti delicate, se queste seguitino ad essere invase dal torrente elettrico di un apparecchio abbastanza forte (*l*).

---

e voi dovete aspettarvi una commozione tanto più debole. In questi casi, non solamente la batteria di 400 o 600 piedi quadrati di armatura, ma una di 100, e di 50, ed anche solamente di 20 piedi, o di 10, ricevendo la carica da questa pila, vi darà una commozione più forte che non la pila medesima, o a meglio dire non così debole come questa. Finalmente, quando i cartoni si troveranno asciugati fino a un certo segno, voi non potrete più avere da essa pila alcuna commozione sensibile; e nullameno, facendola toccare al condensatore, lo caricherete, presso a poco, egualmente, come se i cartoni fossero ben umidi, e ne otterrete i segni all'elettrometro circa di egual forza; così pure caricherete al medesimo grado una boccia di Leyden, od anche una batteria, dalla quale otterrete la commozione corrispondente alla sua capacità, e al grado della carica, ec., commozione che, come pur ora diceva, voi non ottenete provocando direttamente la pila medesima. Solamente farà d'uopo per compire la carica del condensatore, della boccia, e soprattutto della batteria, che il contatto loro colla colonna duri un tempo tanto più lungo quanto i cartoni di questa si troveranno più asciutti. Non basterà dunque più allora di $^1/_2$, nè di $^1/_{10}$ di secondo; ma vi vorranno ½, 1, 2, 3 secondi, o più ancora.

Ho creduto dover aggiugnere qui queste sperienze, e questo osservazioni, che serviranno a spargere più di luce sopra i seguenti §§ della presente Memoria.

(*l*) Ciò che accade alle parti sensibili, ai nervi cioè dei sensi, non succede egualmente alle parti dotate della sola irritabilità, ai muscoli, soffrendo questi una volta sola, e per breve tempo, la contrazione che vi cagiona lo stimolo elettrico, per quanto stia applicato ad essi muscoli, o ai nervi influenti sul loro moto, lungamente. Una tal contrazione, dalla quale dipende,

Digitized by Google

§ XLIX. Avvi un'altra ragione per cui l'apparecchio, sia a colonna, sia a corona di tazze, non dà la commozione tanto valida, quanto aspettarcela potremmo dall'azione incessante di tal apparecchio, dalla scarica elettrica cioè continuata senza fine. Questa ragione è che gli strati umidi interposti a ciascuna coppia metallica riescono di un notabile ostacolo alla corrente elettrica, cioè la rallentano non poco, essendo essi conduttori imperfetti, come indicato già abbiamo, (nota ai §§ XLII e XLVII), i liquori salini assai meno, a dir vero, dell'acqua semplice, ma pure imperfetti anch'essi in un grado considerabile.

§ L. Concludiamo da tutte queste osservazioni che le scosse prodotte dai miei apparecchi elettromotori ben lungi d'essere troppo forti, comparativamente al grado di *tensione* elettrica che si manifesta in essi, come potrebbe sembrare a prima giunta, o a chi non ponesse mente alle riflessioni sopra esposte ne' §§ XXXVIII e seg., sono anzi molto meno valide di quello dovrebbero essere in vista di tali riflessioni; e ciò per le ragioni accennate ne' due ultimi §§ (XLVIII, XLIX). Ma ritorneremo ben presto su questo proposito.

---

nelle sperienze di cui si tratta, la scossa o commozione, succede dunque soltato alla prima invasione del torrente elettrico (e talvolta anche al momento che, rompendosi il circolo conduttore, si arresta tal corrente ad un tratto, o piuttosto per l'istantaneo impedimento che incontra dà addietro, come figurar ci possiamo). Col dire *prima invasione* non intendo già che un solo istante indivisibile produca tutto l'effetto, od uno così grande, come alcuni istanti che formino per es. la durata di $^1/_{10}$ o di $^1/_8$ di minuto secondo: ciò sarebbe contrario a quanto ho sopra avanzato (§ XXXIX e seg.). Intendo dire che la convulsione nè si sostiene nè si rinnova per tutto il tempo di più di quel $^1/_{10}$ od $^1/_8$ di secondo, che continui esso torrente elettrico a scorrere con egual tenore. Per rieccitare le contrazioni muscolari, e quindi le scosse, fa d'uopo cambiare un tal tenore, frenare la corrente, o meglio arrestarla, e rimetterla alternativamente: il che si ottiene col rompere, e chiudere di nuovo il circolo conduttore ec.

Ma quantunque i muscoli sopo la prima volta non vengano più scossi e convulsi violentemente dalla corrente elettrica malgrado il continuar di questa, non è perciò che non sieno in qualche modo essi medesimi, o i loro nervi, affetti durante un tal flusso, e non ne soffrano alterazione. Essi, avvegnachè non visibilmente offesi, ne rimangono dopo qualche tempo in certa maniera paralizzati. Curiosa molto, e rimarcabile è la sperienza di assoggettare ad una siffatta corrente continua, mantenuta da uno de' miei apparecchj discretamente forte, le gambe di una rana dianzi trucidata, facendole entrare nella catena, ossia circolo conduttore, in guisa che tal corrente monti per una e discenda per l'altra gamba. Il miglior modo è di porle a cavalcione di due bicchieri pieni d'acqua collocati nel circolo, ec. Adunque in principio vi si eccitano le più violente convulsioni ogni volta che s'interrompe, o si torna a chiudere detto circolo. Ma restando questo costantemente chiuso, e continuando quindi la corrente elettrica senza interruzione per lo spazio di mezz'ora circa, avviene che non si risentano più, ossia più non balzino quelle sì tormentate gambe, all'aprirsi e chiudersi del circolo come dianzi, talchè sembrano aver perduta ogni eccitabilità. Esse, cioè i loro muscoli o nervi, l'hanno perduta infatti; ma solo in un senso; giacchè se invertasi la corrente elettrica, se si rivolti o la pila o quelle gambe onde si presentino a tal corrente in senso opposto, onde cioè il fluido elettrico monti aor per

Digitized by Google

§ LI. Farò qui osservare intanto che diverse esperienze riportate più sopra dimostrano che questi apparecchj, malgrado una *tensione* elettrica sì debole, che non arriva per avventura ad 1 o 2 gradi del mio elettrometro a paglie sottili, forniscono nulladimeno una quantità ben grande di fluido elettrico in pochissimo tempo; potrebbe quasi dirsi in un istante, una quantità invero prodigiosa. Son queste le sperienze medesime colle quali si riesce a caricare delle grandi boccie di Leyden, e fino delle batterie di molti piedi d'armatura, mediante il più corto contatto possibile d'uno di questi apparecchj elettro-motori, un contatto, che non dura un $^1/_{50}$ od $^1/_{200}$ di secondo (§ XLII e nota); e si arriva a portarvi la carica alla medesima tensione che ha l'apparecchio, cioè di 1, 2, 3 gradi: carica, cui giungerebbe appena a dare una buona macchina elettrica con alcuni giri del suo globo o disco, e quindi nel tempo di parecchi secondi; o pure un buon Elettroforo con 20, 30, 40 delle sue scintille. Sarebbe infatti una macchina ben buona e possente quella, che caricasse nel tempo di 1 secondo una boccia di un piede quadrato di armatura fino a 5 gradi di un buon quadrante elettrometro, che corrispondono a 60 gradi circa del mio a paglie sottili (v. nota 1ª al § XXXIV); e la quale caricherebbe quindi ad 1 solo di questi ultimi gradi nel detto tempo di un minuto secondo una batteria di 60 piedi quadrati. Certamente sarebbe una macchina molto possente quella che facesse tanto. Ora i miei apparecchj fanno anche

---

la gamba per cui discendea, o discenda per quella per cui montava; ecco che di nuovo si scuotono col vigore di prima, od anche maggiore, ad ogni alternativa di aprirsi e chiudersi il circolo. Restando ora le stesse gambe della rana in questa nuova posizione, e mantenendosi la corrente elettrica un'altra mezz'ora circa, perdono i muscoli di dette gambe la facoltà di convellersi in questo secondo stato, ma riacquistano quella di convellersi nella primiera posizione, cioè rivoltate che sieno un'altra volta. E così poi, alternando le posizioni di mezza in mezz'ora, od anche più frequentemente si distrugge e si ristabilisce a vicenda una tale relativa eccitabilità quante volte si vuole per tutto un giorno, e più a lungo ancora.

Simili sperienze fatte sopra due diti della mia mano, o d'altro uomo, mi presentarono presso a poco i medesimi fenomeni, i quali sopra le intiere braccia ed altre grandi parti del corpo non furono così marcati. Vi fu però sempre quello di non eccitarsi la forte commozione che al chiudersi il circolo conduttore, e qualche volta un'altra men forte all'aprirsi del medesimo; ma niuna commozione, o scossa propriamente detta durante tutto il tempo, che stava chiuso il circolo, e manteneasi quindi la corrente elettrica. Dico niuna scossa propriamente; giacchè alcune leggiere palpitazioni o subsulti parziali qua e là si osservano talora in questo tempo; e se la pila è delle più forti, composta di 100 o più coppie di argento e zinco, e ben in ordine, si prova per tutto il tempo che dura tal circolazione del fluido elettrico in tutte o in alcune delle parti che esso attraversa un certo fremito, o stupore, un senso di costrizione più o meno molesto, che riesce fino insopportabile, oltre il dolor vivo pungente nelle parti delicate, cui si applichi in pochi punti il conduttore.

Non ci tratterremo ad osservare quali e quante applicazioni si possono fare di queste ed altre sperienze variate su diversi organi alla medicina sì fisiologica che pratica, non essendo questo per ora il nostro scopo.

Digitized by Google

di più in men tempo assai: essi caricano una tale batteria, ed eziandio delle più grandi, ad 1, 2, 3 gradi, secondo che sono essi apparecchj composti di 60, 120, 180 coppie metalliche (in ragione cioè di $^1/_{60}$ di grado per coppia) in quanto tempo? In $^1/_{20}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ di secondo, e forse più prontamente ancora. Egli è visibile da ciò che i miei apparecchj forniscono molto più abbondantemente che la migliore macchina elettrica; voglio dire che ad ogni istante tramandano e fanno passare maggior quantità di fluido elettrico in un recipiente di grande capacità, od in un circolo conduttore, di quello far possa codesta macchina: che insomma il torrente elettrico eccitato e mantenuto dai detti apparecchj, è più grande, più copioso di quello che può eccitare e mantenersi da una macchina elettrica la più grande e la meglio costrutta.

§ LII. Questa conclusione inaspettata sorprenderà forse e sembrerà paradossa a molti: (a quelli singolarmente che o nulla affatto o appena qualche segno elettrico aveano intraveduto ne' miei apparecchi, onde poco o niun conto stimarono doversene fare, prevenuti altronde per un altro immaginario agente, o così detto *fluido galvanico*): essa però non lascia d'esser vera a tutto rigore, ed è resa evidente non solo dalle addotte sperienze, ma da altre egualmente incontestabili. Essa spiega altronde assai bene e naturalmente come i medesimi apparecchj valgano a produrre certi effetti, o a portargli ad un più alto grado di quello possano le macchine elettriche ordinarie: quali effetti sono la decomposizione dell'acqua, e la termossidazione de' fili metallici che vi pescano, la fusione dei medesimi all'aria, la combustione di quelli del ferro ec. Per comprenderne la ragione basta concepire, che vi abbisogna un torrente di fluido elettrico molto abbondante, al segno che questo fluido ristretto e coartato al sortire da uno de' fili metallici, e passare nell'acqua, la quale come si è detto (note ai §§ XLII, XLVII e XLIX), è conduttore molto imperfetto, od all'entrare da questo liquido nell'altro filo parimenti metallico, lacera, per così dire, codesto liquido, ossia scompagina e decompone le di lui particelle, sulle quali porta la sua azione, quelle particelle che in picciol numero toccano esso filo; basta, dico, concepire che per cagionare tali decomposizioni chimiche fa d'uopo d'un torrente elettrico molto copioso e continuato; e ritenere che un tal torrente vien fornito e mantenuto molto meglio dagli apparecchi elettro-motori di cui si tratta, che non da una macchina elettrica ordinaria, e sia pure delle più potenti, come si è veduto (§ precedente).

§ LIII. Ho per altro creduto sempre che anche colla semplice corrente prodotta dal giuoco d'una buona macchina elettrica comune si potrebbe per avventura giugnere ad ottenere questi medesimi effetti (i quali altronde si erano già ottenuti colle scariche di Leyden (*m*); ond'è che invitato io avea particolar-

(*m*) Sono note le bellissime sperienze de' Fisici Olandesi PAETS, VANTROOSTWICH e DEJMAN,

Digitized by Google

mente il Dott. VAN-MARUM a farne la prova colla sua grande macchina del Gabinetto di TEYLER. In oggi veniamo a sapere che la cosa è stata verificata in Inghilterra: è riuscito a taluno di quei Fisici di svolgere dall'acqua delle bolle di gas flogogene e di gas termossigene per mezzo della semplice corrente elettrica di una macchina ordinaria; la qual corrente resa continua col giuoco sostenuto di essa macchina, veniva obbligata ad attraversare un picciolo strato d'acqua sortendo od entrando per una sottilissima punta metallica, affine di concentrarvi tutta la forza.

---

colle quali facendo scoccare una serie di forti scintille elettriche provenienti dalle scariche successive di una boccia di Leyden tralle punte di due fili metallici introdotti in un tubo pieno d'acqua, ne svolgevano mano mano gas flogogene e gas termossigene, finchè la scintilla elettrica venendo a colpire il volume già formato di questi gas insieme confusi, e accendendolo, ne lo facea scomparire intieramente o quasi, riproducendosi l'acqua. Più note ancora e più comuni sono le sperienze di fondere delle sottili fogliette, o de' fili metallici, colle scariche di grandi boccie o batterie elettriche. Non son dunque nuovi questi effetti prodotti dall'elettricità forte e scuotente. Nuovo è soltanto e maraviglioso che si producano da un'elettricità non altrimenti scintillante, non accumulata e condensata, ma che scorre in certo modo liberamente e con un flusso continuo, senza scoppio, da un'elettricità la cui *tensione* è così debole, che non affetta sensibilmente, o appena, i più delicati elettrometri? Ma dee cessare la meraviglia riflettendo che ove tal corrente elettrica sia oltre modo copiosa, e tanto da trovar grande resistenza nell'angusto passaggio per un sottil filo metallico, o da questo nell'acqua, ec., può e dee rompere tali strozzamenti, decomporre, fondere, scagliare le parti, non altrimenti che fa la scarica d'una grande boccia incontrando simili angustie ed ostacoli. Ora che la corrente continua eccitata e mantenuta da miei apparati elettro-motori sia copiosa e ridondante a segno, che non si sarebbe creduto, superando quella che può prodursi dalle migliori macchine elettriche, egli è ciò che ho dimostrato qui sopra in maniera da non potersene dubitare. Non è dunque maraviglia, che così facilmente produca gli effetti or indicati; come non lo sarà, che in qualche modo arrivi a produrli anche la corrente elettrica continua eccitata e mantenuta dal giuoco sostenuto di una macchina elettrica ordinaria, ove giungasi a rendere tal corrente abbastanza copiosa: anche in questo modo cioè aver potremo, senza scoppio di scintille, scorrendo continuamente il fluido elettrico per una serie non interrotta di conduttori, di cui facciau parte de' sottili fili metallici comunicanti fra loro per mezzo di un conveniente strato d'acqua, aver, dico, potremo lo svolgimento da quest'acqua di alcune bolle di gas termossigene, o di gas flogogene.

Tali erano le mie congetture, che si sono poi compitamente verificate, come si accenna nel presente §.

Digitized by Google

XXVII (C).

MEMORIA

DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA

SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO

COL

FLUIDO GALVANICO

TROISIÈME CONTINUATION

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt. J 81; **L 23.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: del V. in L 23.
DATA:

J 81. Minuta dei primi cinque paragrafi.
L 23. Manoscritto che si pubblica integralmente.

Digitized by Google

Digitized by Google

Pr. 51. J'ai dit ci-dessus (Pr. 48) que les secousses, que donnent mes appareils electro-moteurs, bien loin d'être trop fortes comparativement au degré de *tension electrique*, qu'ils nous manifestent, le sont beaucoup moins qu'elles ne devroient l'être; et cela par la raison, que les couches umides interposées à chaque couple métallique étant des conducteurs imparfaits, presentent des obstacles au libre passage du fluide electrique, au point d'en rallentir beaucoup le courant. Il est à propos d'eclaircir un peu ce sujet.

Pr. 52. KAVENDISH fondé sur certaines expériences a cru pouvoir établir que la faculté conductrice de l'eau pure étoit 400.000000 de fois moindre que celle des métaux en general (*a*). Une telle difference pourroit être exagerée; mais quand même on la reduiroit à 1.000000, ou à 100000 seulement, elle seroit encore plus que suffisante pour rendre raison des phénomenes, que nous allons un peu developper. Mais n'est-ce pas encore trop de degrader / ravaler l'eau, que la plupart des Physiciens regardent comme un assez bon Conducteur de l'electricité, à ne l'être que 100000 fois moins que les métaux?

Certainement ce n'est pas trop; vu qu'un cilindre d'eau pure de la grosseur d'un pouce, contenue par ex. dans un tube de verre de ce diametre, et interposée à deux verges metalliques, ne laisse pas encore passer le fluide electrique avec autant de facilité qu'un fil de metal d'$^1/_{30}$ de ligne d'épaisseur et egalement long; vu qu'un cilindre de la meme eau d'une ligne, ou de deux seulement de diametre, sur-tout s'il a une longueur considerable, faisant partie de l'arc conducteur, rallentit tellement la decharge d'une bouteille de Leyde mediocrement chargée, qu'on n'en a pas, ou presque pas de secousse.

Pr. 53. C'est seulement à mesure qu'on donne à l'eau, ou à d'autres conducteurs humides, plus d'étendue en largeur, et moins en longueur, que le torrent electrique éprouve moins de difficulté à les parcourir. Ainsi on commence à sentir une petite commotion d'une bouteille de Leyde mediocrement chargée si le canal d'eau qui fait partie de l'arc conducteur a plus de 2 ou 3

(*a*) Dans le Mémoire deja cité qui se trouve dans les Transactions Philosophiques, pour l'année 1776.

Digitized by Google

lignes de large, et n'est pas trop long; une considerablement plus forte s'il en a 4 ou 6; et presque entiere secousse, s'il a un pouce de largeur, ou davantage; toujours moins pourtant, que si au lieu de ces conducteurs humides se trouvoit un fil métallique, même fort mince.

Pr. 54. Encore quelque large que soit une couche d'eau, oppose-t-elle une resistence considerable au courant électrique, si celui-ci est assez fort, ou bien abondant. Et ne voit-on pas que l'étincelle eclate à travers l'eau entre deux métaux qui y plongent à peu de distance? Cela veut dire que l'eau intermediaire n'etant pas assez permeable au courant electrique en est deplacée, ou bien rompue et dechirée, comme il lui arrive par les fortes decharges qui en developpent des bulles d'air, et la decomposent dans ses deux principes, suivant les belles expériences, des Physiciens Hollandois PAETS-VAN TROOSTWICH, et DEIMAN. Lorsque les métaux plongés dans l'eau s'y trouvant trop éloignés, le courant électrique produit par la decharge d'une bouteille de Leyde ne peut pas rompre la couche d'eau interposée, et se trouve obligé de la traverser, s'y filtrant pour ainsi dire, on connoit qu'il est beaucoup géné à ce passage, et que cette decharge se fait avec peine, par le moindre eclat, et le peu de bruit de l'étincelle, que le crochet de la bouteille lance sur le bouton de l'arc conducteur, bruit sourd et trainant au lieu de l'étincelle vive et sonore instantanée qui eclate lorsque l'arc conducteur est entierement metallique, sans l'interposition de la couche d'eau.

Pr. 55. En portant maintenant nos observations sur les appareils à pile, et à couronne de tasses on peut aisément se faire une idée de la resistance, et du retard, que doivent apporter au courant électrique mu par le contact mutuel des métaux differents, qui composent ces appareils, les couches humides interposées à chaque couple de ces métaux. Mais il est bon de s'en convaincre, et d'evaluer en quelque maniere cette resistance, et ce retard par quelque expérience directe. Qu'on construise une de ces piles, ou appareils à tasses, mais avec des pieces d'un seul metal: il n'aura aucune [1] action electromotrice; il ne sera qu'une expece de chaine conductrice beaucoup moins bonne qu'une purement metallique, à cause de l'interposition des couches humides. Cela fait qu'on essaye de decharger une grande bouteille de Leyde chargée foiblement, au point par ex. qu'elle pourroit donner une mediocre commotion jusqu'aux coudes en faisant arc conducteur avec un metal et les deux bras sans l'intervention d'aucune autre substance humide, qu'on essaye de decharger cette bouteille en faisant entrer dans l'arc conducteur une telle pile, ou appareil à tasses, on n'éprouvera qu'une commotion beaucoup plus foible, qui ne s'étendra tout au plus qu'au poignet; et d'autant plus foible, que ces appareils seront plus grands, c. à d. que les couches humides, s'y

[1] *Qui finisce il testo italiano di J.* 81. [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

trouveront plus nombreuses. Il en sera de même de la secousse d'une bonne pile active: cette secousse, qu'on sentiroit forte dans tout le bras en la provoquant avec une simple lame métallique empoignée d'une main, tandis qu'avec l'autre main on complete convenablement le cercle, ne sera que foible, et beaucoup moins étendüe, si au lieu d'une lame metallique d'une piece on la provoque avec la dite pile, ou si celle-ci entre de quelque autre maniere dans le cercle.

Pr. 56. Je ne dois pas laisser de faire observer que les couches humides interposées aux métaux sont autant d'obstacles qui retardent le courant électrique, non seulement par l'imperfection de leur permeabilité, ou faculté conductrice; mais aussi per le defaut de contact avec les métaux, auquels ces humides se trouvent appliqués; car quelqu'exacte que paroisse cette application, les deux corps ne sont jamais portés à un contact intime et d'union, tel qu'il le faudroit pour que le fluide electrique n'éprouvât la moindre resistance au passage de l'un dans l'autre. L'experience demontre qu'il en éprouve même en passant d'un metal dans un autre appliqués à un contact qui paroit immediat et reel, mais qui ne l'est surement pas: cette resistance est à la verité d'autant moindre qu'ils se trouvent plus serrés ensemble, mais jamais nulle; comme dans les chaînes metalliques, qui quelque tendües qu'elles soient ne laissent jamais passer le fluide electrique aussi librement qu'un metal continu.

Ainsi un tas de monnoyes par ex. quelques pressées qu'elles se trouvent, n'est pas si aisément permeable qu'il le seroit, si ces monnoyes étoient soudées ensemble, ou que l'est une verge metallique d'une seule piece.

Pr. 57. Concluons, que les couches humides interposees aux plaques metalliques dans mes appareils electro-moteurs opposent donc un double obstacle au libre courant du fluide electrique; savoir, et par le contact entre les deux substances, qui n'est jamais assez parfait, comme on vient d'observer, et par la nature de l'humide lui-même, qui n'est pas assez bon conducteur, comme un grand nombre d'expériences l'attestent.

Pr. 58. On peut jusqu'à un certain point remedier à tous ces defauts. Et premierement quant à l'imperfection du contact, on la diminue beaucoup en substituant à l'eau pure de l'eau salée, ou d'autres liquides, qui attaquent le metal par une action chimique. On comprend aisément, que par une telle action l'humeur serre bien étroitement sur le metal meme, qu'elle contracte avec lui une liaison étroite, et on peut dire une union intime, qui forme de deux si non un seul corps, un corps continu. Il en est à-peu-près du liquide qui attaque le métal comparé à l'eau pure, ou à d'autres humeurs, qui s'y appliquent simplement sans l'attaquer, comme des pieces metalliques soudées, ou bien fondues en partie ensemble, comparées aux memes pieces posées simplement les unes sur les autres; ces differentes manieres d'application

Digitized by Google

mettent une grande difference dans la liberté du mouvement du fluide electrique.

Pr. 59. Au reste ces memes liqueurs salines, qui attaquent les metaux, sont par leur propre nature des conducteurs, je ne dirai pas parfaits, car il s'en faut de beaucoup, mais bien moins imparfaits que l'eau simple, comme il est aisé de s'en convaincre / verifier par mille expériences. Je ne rapporterai pas ici celles, que j'ai faites autres fois en grand nombre avec des appareils qui me sont propres, dans la vue de determiner avec quelque precision la differente conducibilité, ou pour mieux dire les degrés de cohibence de plusieurs liquides; expériences qui m'ont montré, que les differentes dissolutions salines, les liqueurs acides, les alcalines, sont 10, 20, 30 fois, etc. moins cohibentes ou plus conductrices que l'eau simple; et m'ont presentés des resultats assez curieux. Un tel rapport seroit trop long. Je me contenterai donc de proposer qu'on repete seulement les experiences decrites ci-dessus (Pr. 55) de decharger une bouteille de Leyde avec un arc conducteur metallique pour la plus grande partie, mais interpolé par une, ou plusieurs couches humides. L'eclat et le bruit de l'étincelle excitée par cette decharge, seront, comme on a vu, beaucoup moins forts, que si l'arc etoit tout entier metallique; l'étincelle, dis-je, sera beaucoup moins eclatante, et plus sourde ces couches humides etant de l'eau pure: mais lorsque ce sera de l'eau chargée de quelque sel, ou une liqueur acide, ou alcaline, l'éclat et le bruit de l'étincelle se montreront incomparablement plus forts, et s'approcheront de ceux qu'on obtient en excitant la decharge avec un arc tout metallique. Aussi pourra-t-on éprouver la commotion en faisant passer la decharge de la bouteille par un tube de verre d'une ligne seulement de diametre rempli de quelqu'une de ces liqueurs salines, qu'on n'eprouveroit pas en traduisant cette meme decharge par un tube du double, ou du triple plus gros rempli d'eau pure (Pr. 52).

Pr. 60. Ainsi donc les couches humides interposées aux couples métalliques dans mon appareil, étant une dissolution saline, retardent beaucoup moins le courant du fluide electrique mu par le contact mutuel des métaux differents, dont est composé chaque couple; retardent, dis-je, ce courant électrique beaucoup moins que si elles étoient de l'eau pure, par deux raisons; et parceque ces humeurs salines contractent une plus etroite union avec le metal qu'elles attaquent, de maniere à former comme un corps continu avec lui (Pr. 58); et parcequ'en qualité de meilleurs conducteurs, elles offrent au fluide électrique un plus libre passage à travers leur propre substance (Pr. 59).

Pr. 61. Voila pourquoi avec un égal nombre de ces couples métalliques on a des commotions incomparablement plus fortes lorsque les couches humides, au lieu d'être de l'eau simple, sont de la saumure, ou mieux une dissolution de sel ammoniac, d'alun, etc. Ce n'est pas que l'action galvanique,

Digitized by Google

qu'on doit reconnoitre enfin n'être autre chose qu'une action proprement électrique, s'exerce ni en tout, ni principalement par l'attouchement de l'humide avec le metal; ce n'est pas non plus, que cette action reponde à l'action chimique, que tel ou tel liquide a sur tel ou tel metal, à l'oxidation du metal, etc. comme plusieurs s'étoient imaginé. Non: l'action electrique, dont il s'agit, s'exerce proprement par le contact mutuel des métaux de differente expece, independamment de ces humeurs, et de leur action chimique, comme j'ai demontré dans la 1.re partie de ce Memoire: quoiqu'on ne puisse nier que quelque peu d'une semblable action électrique a lieu aussi par le contact de chacun des métaux avec ces conducteurs humides; mais si peu, qu'elle ne merite pas d'être comparée à celle des métaux entr'eux, excepté quelques cas, comme j'ai eu soin aussi de faire remarquer (Pr.).

Pr. 62. Voulez-vous voir que l'action de l'eau salée sur le fluide électrique des deux métaux zinc et argent, ou zinc et cuivre, est bien petite en comparaison de celle, que ces métaux exercent eux-mêmes par leur contact mutuel; et qu'elle ne differe pas sensiblement de l'action, que peut avoir l'eau pure? Construisez deux piles semblables, et d'un egal nombre de pieces, par ex. 40 couples de cuivre et zinc, avec la seule difference, que les couches humides seront dans l'une des piles d'eau pure, dans l'autre d'eau salée. Interrogez ces deux piles avec le Condensateur et l'électrometre à ma manière, elles vous donneront l'une et l'autre les memes degrés d'électricité, savoir 80 degrés environ, si le pouvoir condensateur va à 120 fois, s'il va à 150 fois, 100 degrés, etc.: ce qui repond à $^1/_{60}$ de degré par couple, qui est enfin la tension électrique que produit le contact mutuel de ces métaux sans aucune intervention de substance humide, comme j'ai fait voir. Interrogez-les avec vos deux mains pour en eprouver la commotion; elle sera très-foible, presque nulle, venant de la pile dont les couches humides sont de l'eau pure; au contraire assez forte venant de l'autre, où il y a l'eau salée.

Comment donc si la force ou tension électrique est la même? D'ou vient que la commotion est si foible dans un cas, et si forte dans l'autre? C'est que la commotion est en raison non seulement de la force ou degré d'électricité, mais aussi de la bonté des conducteurs, c. à d. de la moindre difficulté que le courant électrique éprouve à les traverser. Or cette difficulté est par deux chefs beaucoup moindre là où l'humide interposé aux métaux est une liqueur saline, comme j'ai fait observer ci-dessus (Pr. 60).

Pr. 63. Ces comparaisons peuvent se faire encore mieux avec un appareil à couronne de tasses, où l'on mettra pour les premieres épreuves de l'eau pure. Qu'on observe donc lorsque l'appareil est tout construit, c. à. d. que ces tasses se trouvent reunies par autant d'arcs formés de deux métaux differents, de la maniere prescrite, à quel degré d'electricité il peut porter le Condensateur, et quelle commotion il est capable de donner. Celle-ci sera encore plus foible

Digitized by Google

qu'avec l'appareil à pile d'un nombre égal de couples métalliques, à raison que les couches d'eau (mauvais conducteur) interposées aux métaux dans chaque tasse se trouveront plus épaisses, que les rondelles de carton ou de drap mouillé interposées dans l'appareil à pile (Pr. 53). Cependant le degré d'electricité sera le même. L'ayant donc bien determiné ce degré d'électricité à l'aide du condensateur à l'ordinnaire, qu'on ajoute à l'eau de chaque tasse une pincée de sel: la force, ou tension d'électricité ne gagnera rien à cela, ou presque rien; le Condensateur qu'on lui fera communiquer, marquera encore le meme degré à l'electrometre, ou à-peu-près; quoique la commotion provoquée à l'ordinnaire se fasse sentir incomparablement plus forte.

Pr. 64. La commotion seule est donc un indice trop equivoque du degré d'électricité, puisqu'elle tient aussi beaucoup à la bonté des conducteurs, au passage plus ou moins libre qu'ils $\begin{matrix}\text{prêtent}\\ \text{offrent}\end{matrix}$ au courant électrique, comme nous avons dejà dit (Pr. 62), et comme mille autres experiences le prouvent. C'est en jugeant simplement par le degré de la commotion, de celui de l'action qu'on appelloit improprement *galvanique*, puisqu'elle est, je dois le repeter encore, une veritable et simple action électrique, et remarquant que cette commotion étoit plus forte suivant que la substance humide appliquée aux differents métaux etoit saline, et de nature à les attaquer, et suivant que ces métaux étoient plus oxidables, ou que l'un l'étoit plus que l'autre; c'est par-là, qu'on a attribué à ce contact du corps humide avec les métaux de differente espece, et à cette action chimique les phénomenes du dit Galvanisme; qu'on s'est égaré, et qu'on a donné dans des opiniones etranges, comme d'imaginer pour cause de ces phénomenes un agent, ou fluide galvanique particulier different de l'électrique, ou au moins une modification particuliere de ce dernier, qu'on pourroit appeller electro-galvanique.

Mes anciennes expériences sur l'électricité proprement metallique auroient pourtant dû retenir les Physiciens dans le bon chemin, que j'ai heureusement suivi; mais elles étoient peu connues, quoique publiées dans les journaux que j'ai cité plus d'une fois dans ce Memoire. Maintenant que je les ai fait mieux connoitre, et que j'y en ai ajouté tant d'autres rapportées en grande partie dans ce meme ecrit, j'ai lieu à esperer que toutes ces expériences electrometriques accompagnées des éclaircissements que j'ai cru necessaire de donner suffiront pour ramener au vrai principe quiconque s'en étoit éloigné, et pour faire reconnoitre a tout vrai Physicien que le fluide mis en jeu soit dans les anciennes experiences galvaniques simples, soit dans celles qu'on fait aujourd'hui avec mes nouveaux appareils composés, est le pur et simple fluide electrique, qui mu par le simple contact mutuel des conducteurs differents, sur-tout metalliques, suit pour le reste les lois connues de l'electricité.

Digitized by Google

XXVII (*D*).

MEMORIA

DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA

SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO

COL

FLUIDO GALVANICO

APPENDICE

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **L 19.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA:

L 19 è parte di una minuta anteriore alle precedenti, che sembra in continuazione (a meno di un foglio mancante) di L 21 e che ha qualche punto comune con J 64. Si pubblica perchè contiene una particolareggiata esposizione di esperienze.

In Cart. Volt. J 84 B è un breve brano interessante solo perchè il Volta, dopo avere riassunto l'evoluzione delle sue idee sull'Elettricità animale, pare si accinga ad esporre considerazioni che potrebbero esser giudicate non coerenti rispetto alla sua irreducibile convinzione contraria alla teoria del Galvani.

Il Mns finisce con le seguenti parole:

« *... dopo essere comparso così nemico dell'Elettricità animale che neppure volli consentire ad una specie di conciliazione,....., parrà forse strano ad alcuno, o almeno riuscirà inaspettato, che in oggi....* » (troncato).

Sgraziatamente non è possibile precisare l'epoca di questo Mns, e viene qui citato perchè con questa Memoria si può ritenere chiuso il primo periodo della storica polemica.

Digitized by Google

Digitized by Google

Quanto ai risultati sono parimenti i medesimi per l'una e per l'altra costruzione; onde tutto quello che diremo attenendoci per maggiore semplicità al primo Apparato a colonna, potrà facilmente applicarsi a quello de' bicchieri, e a qualunque altro fondato sopra i medesimi principj.

Pr. 26. Or facciamoci di nuovo a considerare come la forza o tensione elettrica cresce appunto nella proporzione, che si aumenta il numero delle coppie metalliche: ben inteso che siano disposte nel modo convenevole, sicchè tutte cospirino a spingere il fluido elettrico nella stessa direzione; giacchè se ve ne fossero di rivolte al contrario, onde agissero in senso opposto, andrebbe detratto in proporzione, e quindi la forza residua sarebbe soltanto $\frac{\text{proporzionale}}{\text{in ragione}}$ al numero delle coppie rivolte in un senso, che eccede quello delle coppie rivolte nel senso opposto.

Pr. 27. Compongo dunque nel debito modo una picciola colonna di 8 lastrette, o piattelletti di zinco, di argento, oppur di rame, il quale, come abbiamo già notato è poco inferiore in virtù all'argento (Pr.), ed 8 bollettini di cartone bagnato; disposti tali pezzi alternativamente, in guisa che ogni piattello di zinco trovisi accoppiato ad uno dell'altro metallo, lo tocchi cioè immediatamente (meglio sarà se siano saldati insieme e formisi così dei due un sol piattello doppio), e fra ciascuna di queste coppie rivolte tutte nel medesimo senso trovisi un bollettino bagnato, come nella figura 1ª [1]. Questa colonna così costrutta, ed asciugata per quanto è possibile all'esteriore la pongo in piedi sopra un tavolo, od altro sostegno non isolante, e vengo ad esplorarne l'elettricità col solito ajuto del Condensatore: eccone pertanto i risultati. Se questo condensi 100 volte solamente, epperò facendolo toccare per mezzo di un fil metallico sporgente dal suo piatto collettore al bollettino che copre quella coppia metallica che è la prima al basso, indi alzando tal collettore ne ottenga al mio elettrometro sol 2 gradi, ne otterrò facendolo toccare al di sopra della 2ª, 3ª, 4ª, 5ª 6ª, 7ª ed 8ª coppia che è l'ultima in cima; corrispondentemente 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 gradi. Così poi se il Condensatore essendo migliore,

[1] *Nel Mns. non si trovano figure.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

e più ben tenuto, condensi 150 volte, tantochè per l'azione di una coppia sola col farlo cioè comunicare a quella 1ª ne ottenga 3 gradi, mi darà 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 gradi (*a*) facendolo toccare successivamente a tutte le altre fino all'8ª.

Pr. 28. Queste sperienze sono non men belle che istruttive. E invero una tal gradazione di effetti corrispondente al numero delle coppie metalliche, o piattelli doppj è ben atta a colpire; ed io non dubito che produca anche in altri quella soddisfazione, che ha prodotto in me. Non pretendo per altro, che questa gradazione e corrispondenza sia del tutto, e sempre esatta; nè già può aspettarsi che sperienze di questa fatta diano sempre i medesimi precisi risultati. Potremmo quindi accontentarci, che ci mostrassero l'indicata progressione delle forze elettriche secondo il numero delle coppie metalliche, all'ingrosso; pure facendole a dovere cotali sperienze posso assicurare, che v'è poco divario nei risultati, e che una più che sufficiente esattezza si osserva. E qui farò osservare che scostandosi dalla giusta progressione gli sopra indicati effetti elettrometrici, che ottengo col Condensatore si scostano piuttosto crescendo dippiù del dovere, che meno, cioè riuscendo più del doppio, e del triplo ecc. con doppio e triplo numero di coppie metalliche: e ciò dipendentemente dalla natura del Condensatore, il quale condensando poco le elettricità troppo deboli, condensa mano mano dippiù le men deboli: il che si spiega facilmente colle leggi conosciute intorno all'azione delle atmosfere elettriche; ma sarebbe qui fuor di luogo e troppo.

Pr. 29. Senza il Condensatore non è ancora sensibile al mio Elettrometro a paglie quell'elettricità che sorge dal sopradescritto Apparato o colonna di sole 8 paja di lastre, giungendo al più la tensione nell'ultimo pajo ad $^{8}/_{50}$ di grado; e neppure ella è sensibile all'Elettrometro di BENNET a fogliette d'oro.

Per giungere a tanto di averne segni a dirittura, convien aggiungere a quelle 8 molte altre simili coppie, o piattelli doppj, egualmente interpolati, e nello stesso ordine. Questi dunque se giungano a 50 o 60, ecco che coerentemente al già stabilito, cioè che per ciascuna coppia sorge e s'accresce la tensione elettrica di $^{1}/_{50}$ circa, arriverà cotal tensione ad 1 grado intiero del mio elettrometro a paglie sottili (ritengasi, che 1 grado viene misurato da $^{1}/_{2}$ linea, di cui si scostano una dall'altra le punte di esse pagliette), e a 4 gr. circa (2 linee) di quello a foglietta d'oro. Si ottengono dunque così segni elettrici sensibili senza l'ajuto del Condensatore; e con questo poi si hanno così forti, che oltrepassando la portata di tali elettrometri a boccetta possono misurarsi

(*a*) Per tale forza d'elettricità che eccede i 20 gradi, vanno i pendolini a battere contro le pareti della boccetta, se questa non è molto grande. Convien dunque per misurare tali gradi servirsi di altro elettrometro a pendolini più pesanti, io ne adopero uno a paglie grossette e corte, che segna 1 grado ogni 4 dell'altro a paglie lunghe e sottili.

Digitized by Google

soltanto coll'Elettrometro di HENLY, ossia Quadrante elettrometro, e arrivano a 6, 8, 10 e più gradi di questo, giungono a dar scintille, ecc. Così poi da una colonna di 100 coppie metalliche si avranno 2 gradi circa (1 linea) a dirittura del mio Elettrometro a paglie sottili, e col Condensatore in proporzione.

Pr. 30. Con tal apparato o colonna di 100 paja, ed anche con una di 50 o 40 solamente ben costrutte, si hanno delle scosse più o men forti nelle braccia, ecc., secondo appunto il numero di dette paja, o coppie metalliche; e secondochè si stabilisce meglio la comunicazione dall'una all'altra estremità di essa colonna nei modi che sono ormai a tutti noti. Si può anche ottenere ad ogni congruo toccamento, che si faccia con un metallo in guisa di compiere il circolo, la scintilla elettrica (io l'ho talvolta ottenuta da non più di 30 coppie): si può, dico, ottenere la scintilla, ma non si ottien sempre; perchè la distanza, a cui può lanciarsi attraverso l'aria una scarica elettrica di 2 gradi, di 1; o meno, è estremamente picciola, minore cioè di $^1/_{400}$ di linea (come ci mostreranno in progresso altre sperienze con boccie di Leyden ecc.); tantochè è difficilissimo coglier la tal distanza, e altronde valicando si picciol spazio appena può il fluido elettrico scintillare, o la scintilla esser visibile: una distanza poi molto più piccola ancora è per tal riguardo come niuna distanza, e non lascia luogo affatto all'apparire di scintilla qualunque.

Pr. 31. È necessario per avere così le più forti scosse, e singolarmente per ottenere le scintille, che sia l'apparato ben in ordine; e primieramente che di buona qualità siano i conduttori umidi interposti a ciascuna coppia metallica; riguardo a che debbo far osservare, che l'acqua comune non è abbastanza buon conduttore, bensì l'acqua salata, che è perciò molto preferibile, ed a questa le soluzioni di allume, di sal ammoniaco, ed altre. In secondo luogo che dell'uno o dell'altro di questi umori si trovino ben intrisi i bollettini: 3° che all'opposto rimanga alla meglio asciutto l'esteriore della colonna, ossia i bordi dei piattelli metallici: 4° finalmente, che questi sieno, se non tersi e lucidi, almeno discretamente netti nelle loro faccie. Or queste condizioni quanto è facile ottenerle in un apparato tutto nuovo, o in uno costrutto di fresco, altrettanto è difficile, che si mantengano tutte in uno montato già da qualche giorno; nel qual caso e si provano le scosse notabilmente men forti, e manca d'ordinario la scintilla, ancorchè sia composto esso Apparato di 60, 80, 100 coppie.

Pr. 32. Quanto ai segni sull'Elettrometro, per ottenerli senza bisogno di condensatore quali si è sopra indicato (Pr.), forti cioè di 1 grado da 50 coppie, di 2 da 100 ecc. non si ricercano assolutamente tutte quelle condizioni: non è necessario che il bollettini siano molto inzuppati, bastando che trovinsi discretamente umidi; e ciò ch'è più rimarcabile, tanto serve che lo sieno d'acqua semplice, quanto d'acqua salata, o di qualsiasi soluzione: l'impor-

Digitized by Google

tante è che non ridondi l'umore al di fuori, che non venga a formare lunghi e continuati fili, o peggio ad involgere la colonna tutta di un velo, e stabilire così una comunicazione o da cima a fondo o per lungo tratto della medesima, in molti cioè de' suoi strati; poichè in tal caso trascorrendo continuamente una parte del fluido elettrico da quelli strati che ne son carichi a quelli, che non lo sono, tanto meno può sussister di tensione elettrica nell'estremità, che si vuol esplorare coll'Elettrometro.

Pr. 33. Come però anche quando l'esteriore della colonna è molto umido, e l'acqua fino ne sgocciola, o cola giù a rivi; e quando pure involgasi essa colonna in una carta o panno bagnati, rimane tuttavia qualche cosa di questa tensione all'estremità della nostra colonna, massime se composta di molte coppie, come di 100; tensione, se non sensibile a dirittura all'elettrometro, (restando molto al disotto di 1 grado, non che dei 2 che senza tal imperfezione dovrebbe dare), tale però che arriva a non pochi gradi coll'ajuto del Condensatore; così non fia meraviglia, che se ne possano ancora ottenere delle scosse, deboli sì, e tanto più deboli, quanto maggiore è codesta umidità esteriore della colonna, ma pur sensibili sempre, a meno che quest'umido sia tale e tanto da dar libero e pieno passaggio a tutto il fluido elettrico, che viene mosso dall'intiero apparato: il che finalmente accade qualora la massa d'acqua involgente sia grande, ove per esempio tutta la colonna stia immersa e sepolta in un vaso pieno di quella, ecc.

Pr. 34. Del resto non molto pregiudica alla forza delle scosse un umido anche considerabile all'esteriore della colonna. Sapete ciò che vi pregiudica assai più? Un troppo scarso umido de' bollettini interposti alle coppie metalliche; i quali se non sono bene inzuppati, non offrono un abbastanza libero passaggio al fluido elettrico, ossia non gli permettono quella rapidità di trascorrimento, che è necessaria a produrre delle buone scosse. Sono essi bollettini poco umidi conduttori sì è vero, ma non abbastanza buoni; son conduttori dell'elettricità, ma non della scossa, egualmente che tanti altri conduttori imperfetti; quindi sebbene indeboliscano questa a segno di renderla poco o nulla sensibile, non tolgono, nè scemano di molto gli altri effetti elettrometrici; i quali si ottengono con o senza il Condensatore presso a poco come se detti bollettini fossero bene inzuppati; e solo mancano ove siano questi del tutto, o quasi del tutto asciutti, e quindi coibenti.

Pr. 35. In somma a questi effetti elettroscopici non nuoce gran fatto lo scarso umettamento de' bollettini, e molto più pregiudica invece il troppo abbondante dell'esteriore della colonna, e massime ove sia tale ch'ella trovisi tutta o quasi tutta ricoperta d'umore, o grondante: al contrario per la scossa, assai più che un umido esterno alquanto soverchio, è nociva la scarsezza d'umore nell'interno, ossia un mediocre essiccamento de' bollettini interposti ai piattelli metallici, ed anche di alcuno solamente. Avvien quindi, che immer-

Digitized by Google

gendo nell'acqua la colonna intiera quando per essere i bollettini mezzo asciutti si otteneano bensì ancora gli effetti elettrometrici presso a poco nel lor pieno vigore, ma niuna o quasi niuna scossa; ed estraendola poi allorchè sian essi bollettini bene inzuppati, si perda molto per parte di cotali segni, ottenendoli di gran lunga minori, in grazia dell'acqua, che involge in gran parte la colonna, e ne gronda da più lati, ma si guadagni invece per parte delle scosse, che ora può dare essa colonna, sebbene più o men deboli in confronto di quelle che darebbe, ove e i bollettini fossero bene inzuppati, e l'esteriore di lei si trovasse asciutto. Per ciò che è della scintilla pare che egualmente le sia pregiudicievole, impedendone la comparsa, o rendendola difficile, e la poca conducibilità de' bollettini non abbastanza impregnati d'umore, o di umore poco deferente, e l'umido soverchio sull'esteriore della colonna.

Pr. 36. Farà stupore ad alcuno, che rimanga ancora e qualche tensione elettrica, alla sommità della nostra colonna, e facoltà di dare la scossa mediante i convenienti toccamenti (come portando una mano armata di metallo al contatto di essa sommità, mentre l'altra mano comunica similmente, o in altra buona maniera colla base di essa colonna), farà, dico, stupore che la colonna ritenga un tal potere e tensione elettrica quando vi è tant'umido all'esterno della medesima che pure mantiene un'altra comunicazione non interrotta tralle sue estremità, quando tutta la colonna è involta da un velo d'acqua, da una carta, o pelle bagnata (Pr.).

Ma cesserà lo stupore se si rifletta che i conduttori umidi o di 2ª classe, sono ben lungi dall'essere conduttori perfetti, o dell'esserlo quanto i metalli (*b*) e che niuno pure lo è abbastanza per lasciar passare con piena libertà una corrente di fluido elettrico un poco abbondante, a meno che presenti esso conduttore imperfetto un larghissimo canale o molti insieme, onde supplire in qualche modo coll'ampiezza e spaziosità o in numero di cotali vie umide all'imperfezione delle medesime, alla poca permeabilità di siffatti corpi. Insomma egli è dimostrato non sol da questa, ma da moltissime altre sperienze, che una corrente elettrica, la quale non soffre nè impedimento nè ritardo scorrendo per un filo metallico de' più sottili, incontra invece notabile resistenza, e vien molto rallentata ove debba scorrere per un canaletto d'acqua migliaja di volte più grosso di quel filo, per una striscia di cartone bagnato, di panno, di

(*b*) Io non dirò che l'acqua pura sia 400,000,000 di volte meno permeabile al fluido elettrico dei metalli, come si è preteso, e viene adottato da KAVENDISH nella sopra citata Memoria [2]; ma certo lo è migliaja e migliaja di volte, e crederei più di 100.000 e di 200,000, deducendo ciò da che una buona scarica di Leyden truova men difficile il passaggio per un sottilissimo filo di rame del diametro di $^1/_{40}$ di linea, che per un cilindro d'acqua di 1 pollice di diametro.

[2] *Vedi Memoria XXVII* (B) *paragr. XXXIV, nota* (*e*). [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

pelle, ecc. larga anche parecchie linee, per nulla dire de' corpi meno umidi e corrispondentemente meno deferenti.

Pr. 37. Facciansi delle prove anche con una macchina elettrica ordinaria. Comunichi il primo Conduttore ad un filo d'acqua largo di qualche linea solamente, ad una cordicella o striscia di pelle o di cartone bagnate, i quali conduttori umidi non abbastanza ampj mettan capo o ad altro conduttore metallico comunicante ampiamente col suolo, od anche agli strofinatori della stessa macchina. Posta questa in azione in guisa che fornisca abbondante continua copia di fluido elettrico a quel primo Conduttore, passerà esso fluido, in continua corrente per tali conduttori umidi, non però del tutto liberamente sicchè non ne rimanga indietro sempre alcun poco in quel primo Conduttore; il quale darà segno di questo fluido rattenuto con una corrispondente tensione di elettricità per eccesso (El. +), se non marcabile a dirittura dall'elettrometro, tale che potrà rendersi sensibile al Condensatore. Che se la comunicazione del primo conduttore col suolo, o cogli strofinatori sia ancora più scarsa, o più imperfetta, se il filo d'acqua, o la listerella umida siano più e più anguste, o questa trovisi meno inzuppata, oppure se manchino, e il Conduttore comunichi semplicemente con un tavolo di legno, o simile altro non soverchiamente umido, la tensione elettrica sussistente in esso primo Conduttore sarà maggiore, e potrà anche aversene segni all'elettrometro senza l'ajuto del Condensatore. Al contrario se comunichi con larga estensione d'acqua, o di corpi ben intrisi, fino al suolo anch'esso sufficientemente umido, non darà più segno alcuno neppure col Condensatore. Così dunque a dar libero e pieno transito ad una corrente elettrica alquanto copiosa e continuata, ove basterebbe un sottilissimo filo metallico, vi vogliono, dirò così infiniti fili dei conduttori umidi in ragione che sono essi incomparabilmente meno deferenti, vi vuole che questi suppliscano con altrettanto più ampie e spaziose vie per le quali possa estendersi a suo bell'agio detta corrente e incontrare così niuna o quasi niuna resistenza.

Pr. 38. Provano lo stesso alcune altre sperienze colle boccie di Leyden. Si sa da un pezzo che da queste caricate convenientemente ottiensi una piena e si può quasi dire istantanea scarica, atta a produrre forte scossa, ecc. quand'anche la corrente elettrica debba passare per un lungo tratto di filo metallico sottilissimo; e non si ottiene all'incontro che parziale, e stentata, poco o nulla scuotente, ove si traduca per un filo o cilindretto d'acqua della grossezza di qualche linea, e lungo alcuni pollici, per una sottil cordicella, o listerella di carta bagnata, ecc. e peggio poi per corpi meno umidi, e quindi meno deferenti: oltre che si riesce poi ad ottenerla di nuovo scuotente e mano mano più forte, se quel cilindro o striscie d'acqua, o questi altri corpi ben intrisi invece di qualche linea, sien larghi mezzo pollice, un pollice, e più, nè troppo lunghi.

Pr. 39. Ma ecco un'altra sperienza che meglio ancora schiarirà la cosa.

Digitized by Google

Prendasi una boccia di mediocre grandezza, e mediocremente caricata, oppure una assai grande, molto debolmente carica, tantochè sia atta a dare una discreta scossa, (la quale boccia grandissima e debolmente carica può meglio paragonarsi al nostro Apparato come già accennammo in più di un luogo, e si mostrerà di proposito altrove). Si applichi per una sua estremità, ad esatto contatto e abbastanza esteso dall'armatura esterna di questa boccia una striscia di pelle, o di carton bagnato larga uno, due o più pollici, alla quale sia unito all'altra estremità un bottone o lastra metallica: si tenga toccata l'istessa armatura esterna anche con una mano, che sarà bene sia umida, e vi si applichi pur anco largamente: finalmente prendendo coll'altra mano l'altra estremità di quella striscia bagnata, si adduca la lastra o bottone, in cui termina, a contatto dell'uncino della boccia, onde provocarne la scarica. Parrebbe, che questa scarica, ossia la corrente elettrica che si slancia dall'interno all'esterno della boccia dovesse passare tutta pel cartone bagnato, essendo questa la strada più corta, e diretta che mena dall'uno all'altro termine: eppure una gran parte di essa corrente prende anche l'altra strada più lunga attraverso le braccia della persona che fa l'esperienza, come dimostra la commozione più o men forte, commozione che esse braccia ne riportano, men forte è vero, che se quell'altro arco conduttore del cartone bagnato non vi fosse, ma pur sensibile abbastanza. Ecco dunque come una corrente elettrica copiosa, ancorchè spinta con debole tensione, qual è quella di una capace boccia di Leyden carica pochi gradi, in luogo di seguire un sol sentiero quale gli si presenta da un conduttore umido anche discretamente largo, invece, dico, di seguire raccolta quel sentiero più dritto, ossia l'arco conduttore più breve, si divide e riparte in più vie, comunque più lunghe, in due archi conduttori distinti e per essi scorre, e arriva al suo termine provando da tutte unitamente minor resistenza, che dalla prima sola.

Pr. 40. Facendo ora l'applicazione di queste sperienze eseguite colla Macchina elettrica e colle boccie di Leyden (Pr. 37-39) a quelle col mio apparato, sopradescritte, in cui esso dà e segni elettrici, e scosse, ancorchè bagnato al di fuori (Pr.) è facile intendere come malgrado siffatte comunicazioni di conduttori umidi che offrono sibbene un passaggio al fluido elettrico tendente continuamente a sortire da un capo della colonna, e a portarsi all'altro (giusta la direzione con cui viene spinto dall'azione che si esercita pur di continuo de' metalli dissimili accoppiati) per essere come vedemmo conduttori imperfetti, ma un passaggio non abbastanza libero, non trascorra già per essi tutta la quantità di detto fluido, che vorrebbe trascorrere, ma una parte ne venga ognora tenuta indietro, e vi mantenga quindi una corrispondente tensione elettrica, giusto quella tensione, che abbiamo osservata, debole cioè e non sensibile a dirittura all'elettrometro, ma solo coll'ajuto del Condensatore (Pr.): come provocando la scarica anche di questo fluido rattenuto provo-

Digitized by Google

candola, dico, sopra le braccia, cogli opportuni toccamenti se ne riportino delle scosse, anch'esse deboli a proporzione, ecc.

Pr. 41. Insomma anche qui, in ogni caso in cui venga incitata una corrente elettrica e questa incontri soli conduttori imperfetti, ne invade ella e percorre al tempo stesso diversi, e diciam così quanti mai può, soffrendo, come s'è detto (Pr.) da molti insieme a cui si divide e riparte, minor resistenza, che da un solo, o da pochi. Non così trattandosi di conduttori perfetti, ossia metallici: de' quali un solo, anche ristretto, le basta, come un sottilissimo filo (purchè la piena non sia troppo grande, e tale che darebbe una scossa insopportabile); epperò siegue quel solo, ben inteso ove sia continuato dal termine da cui precede la scarica fino a quello a cui tende. Conseguentemente un arco conduttore tutto metallico ancorchè sottile, che venga a toccare i due capi della colonna, nè vi lascia sussistere tensione elettrica alcuna, che possa manifestarsi neppure col migliore Condensatore, nè lascia che altronde possa aversi la minima scossa potendo esso solo tradurre tutta la corrente di fluido elettrico, che viene mossa da essa colonna; come similmente un arco metallico compito, applicato con un capo all'armatura esterna d'una boccia di Leyden e che tocchi coll'altro all'interno od all'uncino che ne sporge, traduce tutta la scarica di essa boccia e niente ne lascia ad un secondo arco formato dalle braccia che niente quindi risentono di scossa.

Pr. 42. Ma se l'acqua, e i corpi bagnati sono così infelici conduttori, così poco permeabili al fluido elettrico, che non permettono un libero passaggio ad una corrente del medesimo, ove siano alquanto stretti, ed anche essendo larghi discretamente la rattengono in parte, come si è veduto; dovrebbero anche i bollettini di cartone, di panno, o simili, interposti a ciascuna coppia metallica nella nostra colonna, comunque umidi ed intrisi, opporre ciascuno qualche resistenza, e riuscire tra tutti di notabile impedimento al corso del fluido elettrico, il quale spinto dalle forze che nascono per ogni combaciamento de' metalli diversi si avanza man mano incalzandosi dall'uno all'altro capo di essa colonna. Or cosa rispondere? Rispondo, che così appunto succede; e che per ciò, affine di rendere minore cotal resistenza, e più libera la corrente elettrica mossa da quelle forze, convien dare a tai bollettini una sufficiente grandezza come altrove si è detto, farli combaciar bene ai rispettivi piattelli metallici, e soprattutto mantenerli ben umidi, anzi bagnati; come vengo inculcando. Con che non si ottiene ancora un'intiera libertà alla corrente, nè una scossa molto forte da una colonna anche di 60, 80, 100 $\frac{\text{piattelli doppj}}{\text{coppie metalliche'}}$ se l'umore onde sono que' bollettini intrisi, è semplice acqua; e si ottiene poi essendo invece acqua salata od altra soluzione salina, che sono conduttori molto migliori dell'acqua semplice, come si sa, e tanto appunto più forte si ottiene la scossa, quanto il liquore salino impiegato è per sè stesso più con-

Digitized by Google

duttore, e quanto si attacca più fortemente e si serra dirò così, addosso a que' metalli; il che fanno più o meno tutti i sali, e massime quelli con eccesso di acido o gli acidi stessi, che intaccano essi metalli e singolarmente il zinco.

Pr. 43. Egli è per ambedue queste ragioni dell'essere cioè per sè stessi assai più buoni conduttori dell'acqua schietta, e per il combaciar meglio e più strettamente serrarsi loro addosso che fanno i metalli cui si applicano, col morderli perfino, che riescono così bene e meglio dell'acqua pregna di sal comune, od altri sali neutri, le soluzioni d'allume, di sal ammoniaco, di terra fogliata, l'acqua salata di tartaro (acetito di potassa), l'aceto stesso, ed altri acidi più o meno diluti ecc. Del resto nulla o ben poco contribuiscono essi alle forze che spingono il fluido elettrico da un capo all'altro della colonna delle coppie metalliche, e le quali forze nascono propriamente dai contatti de' due metalli diversi in ciascuna coppia, nulla o ben poco aggiungono dal canto loro a queste forze, nè già ne accrescono come tante volte s'è detto la somma almeno considerabilmente comportandosi o come semplici conduttori passivi, o seppur attivi anch'essi (il che può accadere anche in direzione contraria) in così picciol grado, che niente o quasi niente rileva.

Tutto il vantaggio dunque si riduce a che stabiliscono questi una assai migliore comunicazione che non l'acqua semplice, per cui molto meno impedita o ritardata ne viene la corrente elettrica; la quale però sempre dee soffrir qualche freno, non essendo mai perfetti tali conduttori, nè abbastanza larghi, e più che non ne soffra nel passaggio da uno in altro metallo, i quali si tocchino anche solo per pochi punti. Una prova di quanto ho avanzato, cioè, che i liquori salini non accrescono propriamente la forza o tensione elettrica nell'apparato, ma soltanto frenano meno, ossia meno ritardano la corrente indi mossa, onde poi si ottiene facendola passare per le braccia, ecc. una commozione tanto più forte: una prova dico ben dimostrativa la ho dal vedere, che i segni all'Elettrometro sono i medesimi, siano i bollettini intrisi di acqua semplice, o di qualsivoglia umore salino: sono portati cioè egualmente in ambedue i casi a 40 o 60 gradi dal Condensatore che si faccia comunicare ad una colonna di 20 coppie metalliche, quantunque in un caso possa ottenere una bella e buona scossa e nell'altro appena sensibile.

Pr. 44. Ristringendo tutto quello che siam venuti mostrando dal Pr. 31 fin qui. Un conduttore perfetto, un arco metallico qualunque, sia anche un sottil filo, il quale tocchi immediatamente con un capo al piede, e coll'altro alla testa della nostra colonna, dando facile e libero passaggio al fluido elettrico (incitato e mosso dai mutui contatti de' metalli diversi ond'è formata tal colonna, e tendente a sortire da una estremità della medesima, e a rientrare nell'altra), lasciandolo scorrere cotesto fluido in tutta quella quantità, e colla celerità che vuole, dall'uno all'altro capo, viene ad alleggerirli e sollevarli intieramente cotesti capi od estremità della colonna, a liberarli da ogni ten-

Digitized by Google

sione elettrica, sicchè neppure col Condensatore può aversene il minimo segno; molto meno sono atti a dare la più picciola scossa. Un Conduttore molto meno perfetto, qual è l'acqua, ed altri umori, potrà pur anche bastare a tradurre il fluido elettrico dall'uno all'altro capo quanto e come si esige per togliere ogni tensione ove sia tal conduttore assai largo e grosso onde offrire ampia e spaziosa via; ove per es. si truovi la colonna tutta circondata da uno strato non sottile d'acqua, o sepolta in un vaso pieno della medesima. Che se vadane vestita soltanto di una tenue lamina, e da una carta, panno, o pelle bagnata; non bastando tali conduttori meno ampj a scaricare seguitamente tutto quel fluido elettrico, che per l'azione dei contatti metallici eterogenei, preme ed incalza verso una delle estremità, vi sussisterà qualche picciola tensione, e potrà aversi da essa colonna una corrispondente leggiera scossa. Sia il conduttore umido men largo, non involgendo tutt'intorno la colonna, ma con alcune striscie o righe solamente, sia di acqua che coli da cima a fondo, sia di pelle o carton bagnato mantenga una comunicazione tra i due capi di essa colonna, la tensione elettrica che vi sussisterà sarà più grande, come anche la scossa che se ne potrà ottenere; e tanto più grande, quanto si troveranno tali righe d'acqua o listerelle di corpi bagnati in minor numero, più sottili e strette oppure interrotte. Tolgansi anche queste righe d'acqua, o striscie bagnate, visibili, e rimanga solo quell'umido, che copre l'esteriore della colonna, ossia i bordi dei piattelli metallici, quando costrutto appena l'apparato non si è presa alcuna cura di asciugarli, e si sente tal umido al tatto: maggiori ancora saranno, e la tensione elettrica e la scossa. Finalmente le otterremo forti quant'è possibile (cioè quanto l'apparato composto di quel dato numero di piattelli, ossia coppie metalliche è valevole a darle) togliendo quest'umido esterno quant'è possibile, o a proporzione, che sarà tolto; ben inteso sempre che si truovino all'incontro umidi abbastanza i bollettini interposti ad essi piattelli, senza di che i segni elettrometrici e più ancora la scossa non corrisponderanno all'aspettazione, o mancheranno del tutto; anzi questa mancherà anche ove essendo essi bollettini non del tutto asciutti, que' segni elettrometrici pur si ottengono (Pr.). A dir tutto in breve, gli effetti dell'Apparato sono più forti non solamente in ragione che i metalli di ogni coppia sono, come più diversi, ossia distanti nell'ordine o scala da me fissata, così più validi a spingere il fluido elettrico, e che queste coppie disposte ordinatamente in guisa che cospirino tutte a spingerlo nell'istessa direzione, vi si trovano in maggior numero; ma ben anche a misura che da una parte sono i bollettini interposti ad esse coppie metalliche più buoni conduttori, più intrisi cioè d'umore, e di umore più deferente, e meglio applicati, e che dall'altra, meno di umore ve ne ha sull'esterno della colonna atto a scaricare in parte il fluido elettrico condensato in una estremità della medesima, e ricondurlo all'altro capo.

Digitized by Google

Pr. 43. [3] Or dunque egli è colle indicate attenzioni nella costruzione dell'Apparato, e mantenimento del medesimo in buon ordine, e ponendo cura soprattutto, che la colonna rimanga nell'esteriore asciutta, ch'io ottengo gli effetti elettrometrici fino a quel segno che ho sopra notato (Pr.): ottengo da 50 coppie metalliche di zinco e argento, o da 60 di zinco e rame, una tensione elettrica che fa montare il mio elettrometro a paglie ad 1 buon grado; e ciò senza aiuto di condensatore, col far comunicare a dirittura il cappelletto di quest'elettrometro alla sommità di essa colonna; e così poi una elettricità di 2 gradi da 100 di quelle, o 120, di queste coppie, ecc.

Pr. 44. Un'altra condizione affatto necessaria per ottenere tali segni di elettrica tensione da una delle estremità dell'Apparato, dalla testa es. gr. della colonna, è che l'altra estremità, il piede di essa colonna, comunichi col suolo per mezzo di buoni o almen mediocri conduttori: condizione che abbiam supposta nelle sperienze finor riportate, e intorno a cui convien ora trattenerci di proposito. Dirò dunque, che ove la colonna si truovi ad ambe le estremità isolata, portata es. gr. da un piede o lastra asciutta di vetro, di solfo, di resina, od altro coibente, non solamente non si ottiene più nè da un capo, nè dall'altro di essa colonna, sia pur formata di 100 o più coppie metalliche, tanta elettricità da rendersi sensibile a dirittura all'elettrometro, ma niente affatto, o appena un leggerissimo indizio, ricorrendo benanche al Condensatore. La ragione è, che non potendo l'un capo della colonna, es. gr. la sua base, trarre dall'ampio ricettacolo della terra, da cui trovasi disgiunto, il fluido elettrico, onde risarcirsi di quello spinto nel primo momento, verso l'altro capo, cessa di più inviargliene, e quindi non può accumularsi in questo, e diradarsi in quello esso fluido elettrico, che in picciolissima porzione [4], la qual porzione nè è sensibile, nè può divenirlo, non accrescendosi.

---

[3] *La numerazione di questi ultimi due paragrafi risulterebbe errata; la disposizione e successione dei varii brani non facili a decidersi dal tormentato manoscritto L* 19 *sono state guidate anche dal confronto col manoscritto J* 64. [*Nota della Comm.*]

[4] *Cfr. con J* 63 *che sin qui è analogo al testo stampato e che poi prosegue.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

AL N. XXVII

NOTIZIE STORICHE

RELATIVE

ALLA

MEMORIA SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL FLUIDO GALVANICO

1.° RAPPORTO DEL CITTADINO BIOT SULLE ESPERIENZE DEL CITTADINO VOLTA all'Istituto Nazionale di Francia (11 frimaire an X, *2 dicembre 1801*).

2.° FONDAZIONE DEL PREMIO BONAPARTE (17 messidoro an X, *6 luglio 1802*).

3.° ESTRATTO DI COMUNICAZIONE DI E. E. N. MASCART AL I° CONGRESSO NAZIONALE DEGLI ELETTRICISTI; 19 settembre 1899 in Como.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
per 1° *e* 2°: Mémoires de l'Institut National des sciences et arts. Sciences mathématiques et physiques, Vol. V, Paris, fructidor an XII (1804), pag. 195 (1°), 233 (2°), *per* 3°: Atti dell'Associazione elettrotecnica italiana. Vol. 3°, pag. 58, Milano, 1900.	Cart. Volt.: N. 37; N. 39.

Digitized by Google

OSSERVAZIONI.

In Cart. Volt, N 39 è la lettera in data 21 frimaire an X (*12 Dicembre 1801*) del Presidente (Haüy) e del Segretario (Delambre) dell'Istituto Nazionale che accompagna il Rapporto e la Medaglia d'oro. La lettera è controfirmata da Lacepède.

In Cart. Volt. N 37 è la copia conforme pel Rapporto comunicato dall'Istituto al V. intitolato: « *Extrait des registres de la Classe (des Sciences Physiques et Mathématiques) Séance du 11 frimaire an X* » e comincia: « *Un Membre au nombre d'une Commission, lit le rapport suivant:* » Il Rapporto risulta firmato da Laplace, Coulomb, Monge, Charles, Fourcroy, Vauquelin et Biot. La conformità della Copia è certificata dalla firma autografa di Delambre con la data « *le 13 frimaire an X* ».

Questa copia non è esattamente eguale a quella stampata negli atti e che segue; le differenze sono però insignificanti, salvo quella della omissione del brano compreso tra i segni (*) e (**).

Digitized by Google

1°

RAPPORT

SUR

LES EXPÉRIENCES DU CITOYEN VOLTA, PAR LE CITOYEN BIOT,

Au nom d'une commission composée des citoyens LAPLACE, COULOMB, HALLÉ, MONGE, FOURCROY, VAUQUELIN, PELLETAN, CHARLES, BRISSON, SABATIER, GUYTON et BIOT.

Lu le 11 frimaire an 10, (*2 dic. 1801*).

Les premiers phénomènes galvaniques consistoient dans des contractions musculaires excitées par le contact d'un arc métallique. Galvani et plusieurs autres physiciens les regardèrent d'abord comme produites par une électricité particulière et inhérente aux parties animales. Le citoyen Volta annonça le premier que l'arc animal introduit dans ces expériences ne servoit qu'à recevoir et à manifester l'influence; mais très-peu, ou point du tout, à la produire. L'irritation musculaire, que l'on avoit cru d'abord la partie importante du phénomène, ne fut plus, selon lui, qu'un effet de l'action électrique, produite par le contact mutuel des métaux dont l'arc excitateur étoit formé. Cette opinion, qui trouva des partisans et des contradicteurs, fit multiplier les expériences propres à l'appuyer et à la combattre; et il arriva ce qui arrive toujours dans l'enfance des découvertes: on vit paroître avec les faits une foule d'anomalies singulières qui rendoient leurs liaisons plus difficiles, et qui même étoient alors absolument inexplicables, parce qu'elles étoient dues à des circonstances très-délicates, dont l'influence n'etoit pas encore bien connue.

Tel étoit l'état de cette branche de la physique lorsque la commission vous fit son premier rapport; son but avoit été de déterminer avec exactitude les conditions propres à développer et à modifier les effets galvaniques; elle n'essaya point de les expliquer, et se borna à les présenter dans l'ordre qui lui parut le plus convenable. Nous ne connoissions point, à cette époque, les recherches par lesquelles le citoyen Volta, en suivant la route qu'il s'étoit frayée, a cherché à rattacher à sa première découverte tous les phénomènes que le galvanisme présente. Il en a fait connoître depuis beaucoup d'autres également importans, qu'il a liés par une théorie extrêmement ingénieuse; et s'il reste encore quelque chose à faire pour déterminer avec exactitude les lois de cette action singulière, et les soumettre à un calcul rigoureux, du moins les faits principaux qui doivent lui servir de base paroissent invariablement fixés.

Digitized by Google

Votre commission se propose aujourd'hui de vous rendre compte de ces expériences fondamentales, et de la manière dont le citoyen Volta les a fait servir à l'établissement de sa théorie. Elle doit beaucoup de remerciemens à ce savant pour la complaisance qu'il a eue de les répéter plusieurs fois devant les commissaires, qui en ont ainsi constaté par eux-mêmes la vérité et l'exactitude.

Le fait principal, celui dont tous les autres dérivent, est le suivant:

Si deux métaux différens, isolés, et n'ayant que leur quantité d'électricité naturelle, sont mis en contact, on les retire du contact dans des états électriques différens; l'un est positif, et l'autre est négatif.

Cette différence, très-petite à chaque contact, étant successivement accumulée dans un condensateur électrique, devient assez forte pour faire écarter très-sensiblement l'électromètre. L'action ne s'exerce point à distance, mais seulement au contact des différens métaux: elle subsiste aussi long-temps que le contact dure; mais son intensité n'est pas la même pour tous.

Il nous suffira de prendre pour exemple le cuivre et le zinc. Dans leur contact mutuel, c'est le cuivre qui devient négatif, et le zinc devient positif.

Après avoir prouvé le développement de l'électricité métallique, indépendamment de tout conducteur humide, le citoyen Volta introduit ces conducteurs.

Si l'on forme une lame métallique avec deux morceaux, l'un de zinc, l'autre de cuivre, soudés bout à bout, que l'on prenne entre les doigts l'extrémité de la lame, qui est de zinc, et que l'on touche avec l'autre extrémité, qui est de cuivre, le plateau superieur du condensateur, qui est aussi de cuivre, celui-ci se charge négativement. Celà est évident d'après l'expérience précédente.

Si, au contraire on tient entre les doigts l'extrémité cuivre, et que l'on touche avec l'autre extrémité, qui est zinc, le plateau supérieur du condensateur, qui est de cuivre; lorsqu'on détruit le contact et qu'on enlève le plateau supérieur, il n'a point acquis d'électricité, quoique le plateau inférieur communique avec le réservoir commun.

Mais si on place entre le plateau supérieur et l'extrémité zinc un papier imbibé d'eau pure, ou tout autre conducteur humide, le condensateur se charge d'électricité positive. Il se charge encore, mais négativement, lorsque l'on touche avec l'extrémité cuivre le plateau recouvert par le conducteur humide, en tenant entre les doigts l'extrémité zinc. Ces faits sont incontestables; ils ont été vérifiés par la commission.

Voici comment le citoyen Volta les explique et les rapporte au précédent.

Les métaux, dit-il, et probablement tous les corps de la nature exercent, comme on vient de le voir, une action réciproque sur leurs électricités respectives au moment du contact. Lorsque l'on tient la lame métallique par son extrémité cuivre, une partie de son fluide électrique passe dans la lame opposée, qui est de zinc; mais si ce zinc est en contact immédiat avec le condensateur, qui est aussi de cuivre, celui-ci tend à se décharger de son fluide avec une force égale, et le zinc ne peut rien lui transmettre: il doit donc se trouver, après le contact, dans l'état naturel. Si, au contraire, on place un papier mouillé entre le zinc de la lame et le plateau de cuivre du condensateur, la propriété motrice de l'électricité, qui ne subsiste qu'au contact, est détruite entre ces métaux; l'eau, qui paroît jouir à un degré très-foible de cette propriété par rapport aux substances métalliques, n'arrête que très-peu la transmission du fluide du zinc au condensateur, et celui-ci peut se charger positivement.

Enfin, lorsque l'on touche le condensateur avec l'extrémité de la lame qui est cuivre, le papier humide interposé, et dont l'action propre est très-foible, n'empêche pas le plateau métallique de faire passer une partie de son électricité positive dans la lame de zinc; alors, en détruisant le contact, le condensateur se trouve chargé négativement.

Il est facile d'après cette théorie, d'expliquer la pile du citoyen Volta. Pour le faire avec plus de simplicité, supposons qu'on la forme sur un isoloir, et représentons par l'unité l'excès

Digitized by Google

d'électricité que doit avoir une pièce de zinc sur une pièce de cuivre qu'elle touche immédiatement [1]).

Si la pile n'est composée que de deux pièces, l'une inférieure de cuivre, l'autre supérieure de zinc, l'état électrique de la première sera représenté par $-1/2$, et celui de la seconde par $+1/2$.

Si l'on ajoute une troisième pièce qui doit être de cuivre, il faudra, pour qu'il se fasse un déplacement de fluide, la séparer, par un carton mouillé, de la pièce de zinc inférieure; alors elle devra acquérir le même état électrique que cette dernière, du moins en négligeant l'action propre de l'eau qui paroît fort petite, et peut-être encore la très-foible résistance que ce liquide, comme conducteur imparfait de l'électricité, peut opposer à la communication. L'appareil étant isolé, l'excès de la pièce supérieure ne peut s'acquérir qu'aux dépens de la pièce de cuivre qui est au-dessous: alors les états respectifs de ces pièces ne seront plus les mêmes que dans l'expérience précédente, et deviendront:

Pour la pièce inférieure, qui est de cuivre $-2/3$;

Pour la seconde, qui la touche et qui est de zinc, $-2/3 + 1$ ou $1/3$.

La troisième qui est de cuivre et qui est séparée de la précédente par un carton mouillé, aura la même quantité d'électricité, c'est-à-dire $+1/3$; et la somme des quantités d'électricité perdue par la première pièce, et acquise par les deux autres, sera encore égale à zéro, comme dans le cas de deux pièces.

Si nous ajoutons une quatrième pièce, qui sera de zinc, elle devra avoir une unité de plus que celle de cuivre, à la quelle elle est immédiatement superposée: cet excès ne pouvant se acquérir qu'aux dépens des pièces inférieures, puisque la pile est isolée, on aura:

Pour la pièce inférieure, qui est de cuivre -1;

Pour la seconde pièce, qui la touche et qui est de zinc, 0, c'est-à-dire qu'elle sera dans l'état naturel;

Pour la troisième pièce, qui est de cuivre, et qui est séparée de la précédente par un carton mouillé, 0, elle sera aussi dans l'état naturel.

Enfin, pour la pièce supérieure, qui est de zinc, et qui est en contact avec la précédente, $+1$.

En poursuivant le même raisonnement on trouvera les états électriques de chaque pièce de la pile, en la supposant isolée et formée d'un nombre quelconque d'élémens; les quantités d'électricité croîtront, pour chacun d'eux, de la base au sommet de la colonne, suivant une progression arithmétique, dont la somme sera égale à zéro.

Si, pour plus de simplicité, nous supposons que le nombre des élémens soit pair, il est facile de s'assurer par un calcul très-simple.

Que la pièce inférieure, qui est cuivre, et la pièce supérieure, qui est zinc, doivent être également électrisées, l'une en plus, l'autre en moins; et il en sera de même pour les pièces prises à égale distance des extrémités de la pile.

Avant de passer du positif au négatif, l'électricité deviendra nulle; et il y aura toujours deux pièces, l'une de zinc, l'autre de cuivre, qui seront dans l'état naturel. Elles se

---

[1]) *Les quantités d'électricité accumulées dans un corps au-delà de son état naturel sont, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelles à la force répulsive avec laquelle les molécules du fluide tendent à s'écarter les unes des autres, ou à repousser une nouvelle molécule qu'on essaieroit de leur ajouter. Cette force répulsive, qui dans les corps libres est balancée par la résistance de l'air, constitue ce que nous nommerons la* tension *du fluide; tension qui n'est point proportionnelle à l'écart des pailles dans l'électromètre de Volta, ni des boules dans celui de Saussure, et qui ne peut être exactement mesurée que par le moyen de la balance électrique.*

Digitized by Google

trouveront au milieu de la pile: c'est ce que l'on a vu, par exemple, dans le cas de quatre pièces [1]).

Supposons maintenant que l'on établisse la communication entre la partie inférieure de la pile et le réservoir commun, il est evident qu'alors la pièce de cuivre inférieure, qui se trouve électrisée négativement, tendra à reprendre au sol ce qu'elle a perdu; mais son état électrique ne peut changer sans que celui des pièces supérieures varie, puisque la différence électrique des unes aux autres doit être toujours la même dans l'état d'équilibre. Il faudra donc que toutes les quantités négatives de la moitié inférieure de la pile soient neutralisées aux dépens du réservoir commun; et alors il arrivera,

Que la pièce inférieure, qui est cuivre, aura le degré d'électricité du sol, que nous représenterons par 0;

La seconde pièce, qui est zinc, et qui touche immédiatement la précédente aura + 1;

La troisième, qui est cuivre, et qui est séparée du zinc inférieur par un carton mouillé, aura comme lui + 1;

La quatrième, qui est zinc, et qui touche la précédente, aura + 2;

Et les quantités d'électricité des divers élémens croîtront ainsi, en suivant une progression arithmétique.

Alors, si l'on touche d'une main le sommet de la pile, et de l'autre sa base, ces excès de électricité se déchargeront à travers les organes dans le réservoir commun, et exciteront une commotion d'autant plus sensible, que cette perte se réparant aux dépens du sol, il doit en résulter un courant électrique dont la rapidité plus grande dans l'intérieur de la pile que dans les organes, qui sont des conducteurs imparfaits, permet à la partie intérieure de la pile de reprendre un degré de tension qui s'approche de celui qu'elle avoit dans l'état d'équilibre [2]).

La communication étant toujours établie avec le réservoir commun, si l'on met le sommet de la pile en contact avec le plateau supérieur d'un condensateur dont l'inférieur touche le sol, l'électricité qui se trouvoit à cette extrémité à un très-foible degré de tension, passera dans le condensateur, où la tension peut être regardée comme nulle; mais la pile n'étant pas isolée, cette perte se réparera aux dépens du réservoir commun: les nouvelles quantités d'électricité recouvrées par la plaque supérieure passeront dans le condensateur comme les précédentes, et elles s'y accumuleront enfin de manière qu'en séparant le plateau collecteur, on pourra en tirer des signes électrométriques très-sensibles, et jusqu'à des étincelles.

Quant à la limite de cette accumulation, il est visible qu'elle dépend de l'épaisseur de la petite couche de gomme qui sépare les deux plaques du condensateur: car, en vertu de cette épaisseur, l'électricité accumulée dans le plateau collecteur, ne pouvant agir qu'à distance sur celle du plateau inférieur, elle est toujours plus considérable que celle qui lui fait équilibre dans ce dernier; et de-là résulte dans le plateau collecteur une petite tension qui a ici pour limite la tension existante à la partie supérieure de la pile.

De même que l'électricité de la colonne s'accumule dans le condensateur, elle s'accumulera dans l'intérieur d'une bouteille de Leyde, dont l'extérieur communiquera avec le réservoir commun; et comme à mesure que la pile se décharge, elle se recharge aux dépens de ce même réservoir, la bouteille se chargera également, quelle que soit sa capacité; mais sa tension intérieure ne pourra jamais excéder celle qui a lieu au sommet de la pile: si on retire alors la bouteille, elle donnera la commotion correspondante à ce degré de tension, et c'est ce que l'expérience confirme [3]).

---

[1]) *Voyez, à la fin de ce rapport, la note* A).

[2]) *Voyez, à la fin de ce rapport, la note* B).

[3]) *Voyez, à la fin de ce rapport, la note* C).

Digitized by Google

Les choses doivent se passer ainsi, en négligeant comme très-petite l'action propre de l'eau sur les métaux, et supposant:

1.° Que la transmission du fluide, se fait d'un couple à l'autre dans la pile isolée, à travers les morceaux de carton mouillé qui les séparent, même lorsqu'il n'existe aucune communication entre les deux extrémités de la colonne;

2.° Que l'excès d'électricité que le zinc prend au cuivre est constant pour ces deux métaux, soit qu'ils se trouvent dans l'état naturel ou non.

Le citoyen Volta appuie la première proposition par une expérience que nous avons déjà rapportée, et dans laquelle le condensateur se charge, lorsqu'on touche le plateau collecteur, recouvert d'un papier humide, avec l'extrémité cuivre, d'une lame métallique dont l'autre extremité qui est zinc, est tenue entre les doigts.

Quant à la seconde supposition, elle est la plus simple que l'on puisse imaginer; mais il fàudroit une suite d'expériences très-délicates que nous n'avons pas eu l'occasion de faire, pour s'assurer jusqu'à quel point elle est conforme à la nature.

Jusqu'ici nous avons supposé, pour fixer les idées, que la pile étoit formée de cuivre et de zinc: la même théorie s'appliqueroit également à deux métaux quelconques; et les effets des différens appareils qu'ils serviroient à former dépendroient des différences d'électricité qui s'établiroient entre eux au moment du contact.

Ce que nous venons de dire s'étend également à tous les autres corps entre lesquels il existera une action analogue: ainsi, quoique cette action paroisse en géneral très-foible entre les liquides et les substances métalliques, il en existe pourtant quelques-uns, tels que les sulfures alcalins, dont l'action avec les métaux devient très-sensible: aussi les Anglais sont-ils parvenus à remplacer par ces sulfures un des élémens métalliques de la colonne, et, avant eux, M. PFAFF les avoit employés à cet usage dans ses expériences.

A cet égard, le citoyen Volta a découvert entre le substances métalliques une relation très-remarquable, qui rend impossible la construction d'une pile avec ces seules substances. Nous allons l'exposer d'après lui; mais nous n'avons pas eu l'occasion de la constater.

Si l'on range les métaux dans l'ordre suivant, argent, cuivre, fer, étain, plomb, zinc, chacun d'eux deviendra positif par le contact avec celui qui le précède, et négatif avec celui qui le suit: l'électricité passera donc de l'argent au cuivre, du cuivre au fer, du fer à l'étain, et ainsi de suite.

Maintenant la propriété dont il s'agit consiste en ce que la force motrice de l'argent au zinc est égale à la somme des forces motrices des métaux qui sont compris entre eux dans la série: d'où il suit qu'en les mettant en contact dans cet ordre ou dans tel autre que l'on voudra choisir, les métaux extrêmes seront toujours dans le même état que s'ils se touchoient immédiatement; et par conséquent, en supposant un nombre quelconque d'élémens ainsi disposés, et dont les extrémites seroient, par exemple, argent et zinc, on auroit le même résultat que si ces élémens étoient seulement formés de ces deux métaux, c'est-à-dire qu'il n'y aura pas de effet, ou qu'il sera le même que celui qu'auroit produit un seul élément.

(*) Il paroît jusqu'à présent que la propriété précédente s'étend à tous les corps solides; mais elle ne subsiste pas entre eux et les liquides: c'est pour cela que l'on réussit à la construction de la pile par l'intermède de ces derniers. De-là résulte la division que fait Volta des conducteurs en deux classes: la première comprenant le corps solides; la seconde les liquides. On n'a pu construire encore l'appareil à colonne que par un mélange convenable de ces deux classes; elle devient impossible avec la première seulement, et l'on ne connoît pas encore assez exactement l'action mutuelle des corps qui composent la seconde, pour prononcer s'il en est de même à leur égard. (**)

Nous avons supposé que les cartons mouillés, placés entre les élémens de la pile, étoient imbibés d'eau pure. Si l'on emploie, au lieu d'eau, une dissolution saline, la commotion devient

Digitized by Google

incomparablement plus forte; mais la tension indiquée par l'électromètre ne paroît pas augmenter au moins dans le même rapport. Le citoyen Volta nous a prouvé ce fait à l'aide de l'appareil à couronne de Tasses, en y versant successivement de l'eau pure et de l'eau acidulée.

Il conclut de cette expérience que les acides et les dissolutions salines favorisent l'action de la pile, principalement parce qu'ils augmentent la propriété conductrice de l'eau dont les cartons sont imbibés. Quant à l'oxidation, il la regarde comme un effet qui établit un contact plus étroit entre les élémens de la pile, et contribue ainsi à rendre son action plus continue et plus énergique.

Tel est à peu près le précis de la théorie du citoyen Volta sur l'électricité que l'on a nommée *galvanique*.

Son but a été d'en réduire tous les phénomènes à un seul, dont l'existence est maintenant bien constatée: c'est le développement de l'électricité métallique par le contact mutuel des métaux.

Il paroît prouvé par ces expériences que le fluide particulier auquel on attribua pendant quelque temps les contractions musculaires et les phénomènes de la pile, n'est autre chose que le fluide électrique ordinaire, mis en mouvement par une cause dont nous ignorons la nature, mais dont nous voyons les effets.

Telle est la destinée des sciences, que les plus brillantes découvertes ne font qu'ouvrir un champs plus vaste à des recherches nouvelles. Après avoir reconnu et évalué, pour ainsi dire, par approximation l'action mutuelle des élémens métalliques, il reste à la déterminer d'une manière rigoureuse, à chercher si elle est constante pour les mêmes métaux, ou si elle varie avec les quantités d'électricité qu'ils contiennent, et avec leur température. Il faut évaluer avec la même précision l'action propre que les liquides exercent les uns sur les autres et sur les métaux. C'est alors que l'on pourra établir le calcul sur des données exactes, s'élever ainsi à la véritable loi que suivent, dans l'appareil du citoyen Volta, la distribution et le mouvement de l'électricité, et compléter l'explication de tous les phénomènes que cet appareil présente. Mais ces recherches délicates exigent l'emploi des instrumens les plus précis qu'aient inventés les physiciens pour mesurer la force du fluide électrique.

Enfin, il reste à examiner les effets chimiques de ce courant électrique, son action sur la économie animale, et ses rapports avec l'électricité des minéraux et des poissons; recherches qui, d'après les faits déjà connus, ne peuvent être que très-importantes.

Lorsqu'une science déjà fort avancée a fait un pas important, il s'établit des liaisons nouvelles entre les branches qui la composent; on aime alors à porter ses regards en arrière pour mesurer la carrière qui a été parcourue, et voir comment l'esprit humain l'a franchie. Si nous remontons ainsi à la naissance de l'électricité, nous la trouvons, au commencement du dernier siècle, réduite aux seuls phénomènes d'attraction et de répulsion; DUFAY, le premier, reconnut les règles constantes auxquelles ils sont assujettis, et expliqua leurs bizarreries apparentes Sa découverte des deux électricités, résineuse et vitrée, fonda les bases de la science; et FRANKLIN, en la présentant sous un nouveau point de vue, en fit le fondement de sa théorie, à laquelle tous les phénomènes, même celui de la bouteille de Leyde, vinrent naturellement se plier. EPINUS acheva de prouver cette théorie, la perfectionna en l'assujettissant au calcul, et parvint, à l'aide de l'analyse, jusqu'à ces phénomènes que le citoyen Volta a si heureusement employés dans le condensateur et dans l'électrophore. La loi rigoureuse des attractions et des répulsions électriques manquoit encore, elle fut établie par des expériences exactes; et, se liant à celle du magnétisme, elle se trouva la même que pour les attractions célestes. On sait que le citoyen COULOMB est l'auteur de cette découverte.

Enfin parurent les phénomènes galvaniques, si singuliers dans leur marche, et si différens en apparence de tout ce que l'on connoissoit déjà. On créa d'abord, pour les expliquer, un fluide particulier; mais par une suite d'expériences ingénieuses, conduites avec sagacité, le

Digitized by Google

citoyen Volta se propose de les ramener à une seule cause, le développement de l'électricité métallique; les fait servir à la construction d'un appareil qui permet d'augmenter à volonté leur force, et les lie, par ses résultats, avec des phénomènes importans de la chimie et de l'économie animale.

D'après la demande qui a été faite par un de vos membres, et que vous avez renvoyée à la commission, nous vous proposons d'offrir au citoyen Volta la médaille de l'Institut, en or, comme un témoignage de la satisfaction de la classe pour les belles découvertes dont il vient d'enrichir la théorie de l'électricité, et comme une preuve de sa reconnoissance pour les lui avoir communiquées.

Dalle MÉMOIRES DE L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES ET ARTS. *Sciences mathématiques et physiques, vol.* 5, *Paris, fructidor an XII,* (*pag.* 211-222.)

NOTES

RELATIVES AU RAPPORT SUR LES EXPÉRIENCES DU CITOYEN VOLTA

Note (A), page 202.

Nommons n *le nombre des élémens de la pile, en sorte que le nombre total des pièces qui la composent soit* 2 n. *Supposons toujours que la pièce inférieure soit de cuivre, la pièce supérieure de zinc, et représentons par* x *la quantité d'électricité accumulée dans cette dernière au-delà de son état naturel.*

Les tensions des différentes pièces de zinc formeront, du sommet de la pile à sa base, la progression arithmétique

$$x;\ x-1;\ x-2.....\ x-(n-1)$$

dont la somme est

$$n\,x-\frac{n\,.\,n-1}{2}$$

Celles des pièces de cuivre formeront de même la progression

$$x-1;\ x-2;\ x-3.....\ x-n$$

dont la somme est

$$n\,x-\frac{n\,.\,n+1}{2}$$

La somme totale de ces tensions est

$$2\,n\,x-n^2.$$

Elle doit être nulle dans l'état d'équilibre, lorsque la pile est isolée et n'a que sa quantité de électricité naturelle, que nous avons représentée par 0; *car alors l'excès des pièces supérieures ne peut s'acquerir qu'aux dépens des inférieures. On aura donc*

$$2\,n\,x-n^2=0$$

Digitized by Google

d'où l'on tire

$$x = \frac{n}{2}.$$

C'est la tension de la pièce supérieure dans l'état d'équilibre; celle de la pièce inférieure, qui est $x - n$, *devient par cette valeur*

$$x - n = -\frac{n}{2}$$

et elle est la même que la précédente, au signe près.

La tension de la m^e *pièce de zinc, en partant du sommet de la colonne, seroit*

$$x - (m - 1)$$

ou

$$\frac{n}{2} - (m - 1).$$

Celle d'une pièce de cuivre également distante de l'autre extrémité de la colonne, seroit

$$x - n + m - 1$$

ou

$$-\frac{n}{2} + m - 1.$$

Elle est, au signe près, la même que la précédente; et par conséquent lorsque la pile est isolée, et qu'elle n'a que sa quantité d'électricité naturelle, les pièces qui sont à égale distance de ses extrémités, se trouvent également électrisées, l'une en plus, l'autre en moins.

S'il y a une pièce de zinc qui soit dans l'état naturel, sa tension sera nulle, et son rang sera déterminé par l'équation

$$\frac{n}{2} - (m - 1) = 0$$

qui donne

$$m = 1 + \frac{n}{2}$$

m *devant être un nombre entier positif, cela n'a lieu que si* n *est un nombre pair. Alors la pièce de cuivre qui a la même tension, prise avec un signe contraire, est aussi dans l'état naturel; et leurs distances respectives aux deux extrémités de la pile étant* $1 + \frac{n}{2}$, *elles se trouveront à son milieu.*

Note (B), page 203.

Si l'on suppose la communication établie entre la base de la pile et le réservoir commun, qu'on nomme toujours n *le nombre des élémens qui la composent, on aura pour les tensions des pièces de zinc la progression arithmétique*

$$n;\ n - 1;\ n - 2 \ldots\ldots\ 1$$

dont la somme est

$$\frac{n \cdot n + 1}{2}.$$

Les tensions des pièces de cuivre formeront la progression

$$n - 1;\ n - 2;\ n - 3 \ldots\ldots\ 0$$

Digitized by Google

dont la somme est

$$\frac{(n-1)\,n}{2}.$$

En les ajoutant on aura les quantités d'électricité que renferme la pile au-delà de son état naturel. Cette somme sera n^2. *C'est la charge de la pile: elle est représentée par le carré* n, *tandis que la tension de la pièce supérieure l'est par la première puissance de* n. *Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, les phénomènes dépendant de la quantité d'électricité qui s'accumule dans la pile croîtront avec la hauteur de la colonne plus rapidement que ceux qui dépendent uniquement des tensions.*

Note (C), page 204.

Les signes électrométriques sont très-foibles sur la pile isolée; il est même impossible, quand le nombre des élémens métalliques est peu considérable, d'y charger le condensateur d'une manière sensible; le calcul donne aisément la raison de ce phénomène, et nous y arrêterons d'autant plus volontiers que ces résultats sont très-propres à faire sentir le jeu du condensateur.

Représentons par q *la capacité du plateau collecteur, celle d'une des pièces de la pile étant prise pour unité, en sorte qu'il faille les quantités* q a *et* a *pour mettre le plateau et la pièce à la même tension* a. *Nommons* i *la force condensante de l'instrument, quand ses deux plateaux sont superposés, et que l'inférieur communique avec le réservoir commun; en sorte qu'une tension exprimée par* b *quand les plateaux sont unis, devienne* b i *quand ils sont séparés.*

La pile n'étant point isolée, la tension de la pièce de zinc qui la termine est n (voyez la note (C), page 213). *Si on met cette pièce en contact avec le plateau collecteur du condensateur, elle lui cédera une partie de son électricité; mais cette perte se réparant aux dépens du réservoir commun, sa tension restera la même, et celle du condensateur deviendra aussi* n. *La quantité absolue dont il se sera chargé, et que nous nommerons* X′, *sera proportionnelle à sa capacité et à sa force condensante.*

On aura donc dans la pile non isolée

$$X' = q\,n\,i.$$

Si, au contraire, la pile est isolée, la pièce supérieure ne peut se mettre en équilibre avec le condensateur, sans que sa tension varie. Soit x *cette tension dans le cas d'équilibre, la quantité absorbée par le condensateur sera*

$$q\,i\,x$$

la somme des tensions des pièces de la pile sera, comme dans la note (*A*),

$$2\,n\,x - x^2$$

cette somme, jointe à la charge du condensateur, doit être nulle dans la pile isolée, qui n'a que sa quantité naturelle d'électricité. On aura donc, pour déterminer x, *l'équation*

$$2\,n\,x - n^2 + q\,i\,x = 0$$

d'ou l'on tire

$$x = \frac{n^2}{2\,n + q\,i}.$$

C'est l'espression de la tension à la partie supérieure de la pile: il faudra la multiplier par q i, *pour avoir la charge du condensateur dans la pile isolée. En la représentant par* X,

Digitized by Google

nous aurons

$$X = \frac{n^2 q i}{2n - q i}.$$

Mettant pour q n i *sa valeur* X′, *il vient*

$$X = X' \cdot \frac{n}{2n + q i}.$$

La quantité $\frac{n}{2n + q i}$ *est nécessairement une fraction qui devient d'autant plus petite que la force du condensateur est plus considérable: ainsi le condensateur se charge beaucoup moins quand la pile est isolée, que quand elle ne l'est pas.*

Si, par exemple, il y a 30 *paires de plaques métalliques, que le condensateur ait seulement la capacité d'une de ces plaques, et qu'il condense* 120 *fois, comme faisoit celui de Volta, il faudra supposer*

$$n = 30;\ q = 1;\ i = 120$$

ce qui donne

$$X = \frac{1}{6} X'.$$

La charge du condensateur dans la pile isolée est alors six fois plus petite que dans la pile non isolée.

La capacité du plateau collecteur est ordinairement plus grande que 1: *si nous la supposons égale à* 4, *les autres données restant les mêmes, on trouve*

$$X = \frac{1}{18} X'$$

et cette charge, dans le second cas, est dix-huit fois plus petite que dans le premier.

On a vu que, dans la pile isolée, lorsque le nombre des élémens est pair, il existe à son milieu deux pièces, l'une de zinc, l'autre de cuivre, qui sont dans l'état naturel. Cela n'a plus lieu de la même manière quand le condensateur est appliqué à la partie supérieure de la pile; et le point de passage du positif au négatif varie. En effet, la tension de la m^e *pièce de zinc, en partant du sommet de la colonne, est, d'après la note* (*A*),

$$x - (m - 1).$$

Pour que cette tension soit nulle, il faut qu'on ait

$$m = 1 + x$$

ou, en mettant pour x *sa valeur* $\frac{n^2}{2n + q i}$,

$$m = 1 + \frac{n^2}{2n + q i}.$$

La valeur de m, *et par conséquent le rang de la pièce qui se trouve dans l'état naturel, dépendent, comme on voit, du nombre des plaques et de la force du condensateur. Il faut de plus, pour que la condition demandée soit possible, que* m *soit en nombre entier.*

Ainsi dans un des exemples précédens, où l'on avoit

$$n = 30;\ q = 1;\ i = 120$$

on auroit

$$m = 6$$

Digitized by Google

c'est-à-dire que la sixième plaque de zinc, en partant du sommet de la colonne, seroit dans l'état naturelle. On auroit eu $m = 16$, *et cette plaque eût été la seizième sans l'action du condensateur.*

En général, la valeur de m *diminue à mesure que* $q\,i$ *augmente,* n *restant le même. Le passage du positif au négatif, dans la pile, se fait donc plus près de son extrémité supérieure, à mesure que le condensateur appliqué à cette extrémité est plus fort.*

$q\,i$ *étant infini, on a* $m = 1$; *c'est-à-dire que si la force du condensateur est assez considérable pour que l'électricité dont la pile le charge n'y produise aucune tension sensible, il absorbera toute cette électricité; la pile deviendra entièrement négative, et la pièce supérieure, qui est zinc, communique avec le réservoir commun.*

Voyons maintenant ce qui arriveroit si les condensateur, au lieu d'être appliqué à la partie supérieure de la pile, l'étoit à une pièce de zinc quelconque dont le rang fût exprimé par m *en partant du sommet: la tension de cette pièce seroit*

$$x - (m - 1)$$

d'après la note (A), et la charge du condensateur deviendroit

$$q\,i\,[x - (m - 1)].$$

En lui ajoutant la somme des quantités d'électricité contenues dans la pile, qui est

$$2\,n\,x - n^2$$

il faudra que la somme soit nulle dans l'état d'équilibre; ce qui donne, pour déterminer x, *la équation*

$$2\,n\,x - n^2 + q\,i\,[x - (m - 1)] = 0$$

d'où l'on tire

$$x = \frac{n^2 + q\,i\,(m - 1)}{2\,n + q\,i}$$

Ici l'on voit que la tension varie dans la pièce supérieure avec la position du condensateur. Si $m = 1$, *il est appliqué au sommet de la pile, et l'on a*

$$x = \frac{n^2}{2\,n + q\,i}$$

comme précédemment.

On peut trouver, à l'aide de ces formules, le rang de la pièce, qui est dans l'état naturel, pour une position donnée du condensateur; car ce rang étant représenté par m′ *en partant du sommet de la colonne, on aura*

$$m' = 1 + x$$

ou

$$m' = 1 + \frac{n^2 + q\,i\,(m - 1)}{2\,n + q\,i}.$$

Pour suivre la loi de ces variations, il faut remarquer que si $m - 1$ *est moindre que* $\frac{n}{2}$, *le condensateur est appliqué à la moitié supérieure de la pile, et qu'il est appliqué à la moitié inférieure quand* $m - 1$ *surpasse cette quantité. Lorsque*

$$m - 1 = \frac{n}{2}$$

la valeur

$$x = \frac{n^2 + q\,i\,(m - 1)}{2\,n + q\,i}$$

Digitized by Google

est divisible par $2n + qi$, *et donne*

$$x = \frac{n}{2}$$

c'est-à-dire que si l'on applique le condensateur au milieu de la pile isolée, la tension de la pièce supérieure sera la même qu'auparavant; mais aussi la charge du condensateur, qui est exprimée par

$$qi[x - (m - 1)]$$

devient

$$qi\left(x - \frac{n}{2}\right)$$

et se réduit à zéro par la substitution de la valeur précédente de x. *Par conséquent le condensateur ne prendra point d'électricité.*

Faisons

$$m - 1 = \frac{n}{2} - \omega$$

ω *étant positif dans la moitié supérieure de la pile, et négatif dans la moitié inférieure, la valeur de* x *prendra cette forme*

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi \cdot \omega}{2n + qi}.$$

Tant que ω *sera positif,* n *sera plus petit que* $\frac{n}{2}$; *mais lorsque* ω *sera négatif, il deviendra plus grand que cette quantité: ainsi la tension de la pièce supérieure diminue lorsque l'on place le condensateur dans la moitié supérieure de la pile; elle augmente si on le place dans la moitié inférieure.*

La charge du condensateur est exprimée par

$$qi[x - (m - 1)]$$

En mettant $\frac{n}{2} - \omega$ *au lieu de* $m - 1$, *elle devient*

$$qi\left(x - \frac{n}{2} + \omega\right).$$

Enfin, en substituant pour x *sa valeur, et représentant la charge du condensateur par* X, *on trouve*

$$X = \frac{2n\omega qi}{2n + qi}$$

X *est donc positif ou négatif, suivant que* ω *est positif ou négatif: ainsi le condensateur se charge positivement quand on le place à la moitié supérieure de la pile; il se charge négativement quand on l'applique à sa moitié inférieure.*

La valeur de x, *qui exprime la tension de la pièce supérieure, est, comme on vient de le voir,*

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi\omega}{2n + qi}.$$

Si le condensateur est appliqué à la dernière pièce de zinc située à la base de la colonne

$$\omega = -\frac{n}{2} + 1$$

Digitized by Google

ce qui donne

$$m = n$$

et

$$x = \frac{n}{2}\left(1 + \frac{q\,i}{2\,n + q\,i}\right) - \frac{q\,i}{2\,n + q\,i}$$

la tension de la dernière pièce de cuivre, qui est $x - n$, *devient alors*

$$x - n = \frac{n}{2}\left(-1 + \frac{q\,i}{2\,n + q\,i}\right) - \frac{q\,i}{2\,n + q\,i}.$$

Si la force du condensateur est infinie, la quantité $\frac{q\,i}{2\,n + q\,i}$ *se réduit à l'unité; ce qui donne*

$$x = n - 1;\ x - n = -1$$

c'est-à-dire qu'alors si la force du condensateur est assez considérable pour que l'électricité qu'il transmet à la pile n'occasionne dans le plateau collecteur aucune tension sensible, il neutralisera toute l'électricité négative, excepté celle de la pièce inférieure. La pièce de zinc à la quelle le conducteur est appliqué sera dans l'état naturel; la pièce de cuivre qui est immédiatement au-dessous aura -1, *et le reste de la pile sera positif. C'est le cas d'une pile qui commence par le cuivre, qui finit par le zinc, et dans laquelle la première pièce de zinc, en partant de la base, communique avec le réservoir commun.*

On pourroit encore soumettre au calcul plusieurs autres phénomènes de la pile de Volta; mais, pour le faire sur des données exactes, il faudroit des expériences très-précises, et il nous suffira pour le moment d'avoir montré comment on peut y parvenir.

Digitized by Google

2°

PRIX FONDÉ PAR LE PREMIER CONSUL BONAPARTE

ANNONCÉ DANS LA SÉANCE PUBLIQUE DU 17 MESSIDOR AN 10.

Rapport fait à la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national, sur le prix fondé par le premier Consul pour les découvertes relatives à l'électricité et au galvanisme.

Le premier Consul qui, même au milieu des soins de la guerre, a fait prospérer les sciences, veut que la paix les porte au plus haut degré qu'elles puissent atteindre, et il vient de donner à l'Institut national un nouveau moyen d'en accélérer les progrès.

Ses intentions à cet égard sont exprimées dans la lettre suivante, qui a été transmise à la classe par le ministre de l'intérieur.

« Paris, le 26 prairial an 10.

« J'ai intention, citoyen ministre, de fonder un prix consistant en une médaille de trois « mille francs pour la meilleure expérience qui sera faite dans les cours de chaque année sur « le fluide galvanique. A cet effet, les mémoires qui détailleront lesdites expériences seront « envoyés, avant le premier fructidor, à la première classe de l'Institut national, qui devra, « dans les jours complémentaires, adjuger le prix à l'auteur de l'expérience qui aura été la « plus utile à la marche de la science.

« Je desire donner en encouragement une somme de soixante mille francs à celui qui, « par ses expériences et ses découvertes, fera faire à l'électricité et au galvanisme un pas com- « parables à celui qu'ont fait faire à ces sciences Franklin et Volta, et ce au jugement de la « classe.

« Les étrangers de toutes les nations seront également admis au concours.

« Faites, je vous prie, connoître ces dispositions au président de la première classe de « l'Institut national, pour qu'elle donne à ces idées les développements qui lui paroîtront con- « venables, mon but spécial étant d'encourager et de fixer l'attention des physiciens sur cette « partie de la physique qui est, à mon sens, le chemin des grands découvertes.

« *signé*, BONAPARTE ».

Digitized by Google

L'Institut national, qui a prise une part active aux grandes découvertes dont vient de s'enrichir la théorie de l'électricité, sentira dans toute son étendue l'importance du sujet indiqué par le premier Consul. De toutes les force physiques auxquelles les corps de la nature sont soumis, l'électricité paroît être celle qui manifeste le plus souvent son influence. Non seulement elle agit sur les substances inorganiques, qu'elle modifie ou décompose, mais les corps organisés eux-memes en éprouvent les plus étonnans effets. Ce qui n'etoit pour les anciens qu'un simple résultat de quelques propriétés attractives, est devenu pour les physiciens modernes la source des plus brillantes découvertes.

On peut diviser l'histoire de l'électricité en deux périodes, qui se distinguent autant par la nature des résultats que par celle des appareils employés, pour les obtenir. Dans l'une, la influence électrique est produite par le frottement du verre ou des matières résineuses; dans l'autre, l'électricité est mise en mouvement par le simple contact des corps entre eux. On doit rapporter à la première de ces deux époques la distinction des deux espèces d'électricité résineuse et vitrée, l'analyse de la bouteille de Leyde, l'explication de la foudre, l'invention des paratonnerres, et la détermination exacte des lois suivant lesquelles la force répulsive de la matière électrique varie avec la distance. La seconde comprend la découverte des contractions musculaires excitées par le contact des métaux, l'explication ces de phénomènes par le mouvement de l'électricité métallique, enfin la formation de la colonne électrique, son analyse et ses diverses propriétés: Volta a fait, dans cette seconde période, ce que fit Franklin dans la première.

Les sciences sont maintenant tellement liées entre elles, que tout ce qui sert à en perfectionner une avance en même temps les autres. Sous ce point de vue, le galvanisme fera dans leur histoire une époque mémorable; car il est peu de découvertes qui aient donné à la physique et à la chimie autant de faits nouveaux, et éloignés de ce que l'on connoissoit auparavant. Déjà l'ensemble de ces faits a été rapporté à une cause général, qui est le mouvement de l'électricité: il reste à déterminer avec exactitude les circonstances qui les accompagnent, à suivre les nombreuses applications qu'ils présentent, et à découvrir les lois générals qui peut-être y son renfermées.

La plupart des effets chimiques offerts par les nouveaux appareils ne sont pas complétement expliquées, et il est d'autant plus important de les bien connoitre, qu'ils fournissent à la chimie des moyens assez puissans pour décomposer les combinaisons les plus intimes. Il est également intéressant d'examiner si les propriétés électriques que certains minéraux acquièrent dans leurs variations de température ne dépendent pas d'une dispositions de leurs élémens analogue à celle qui constitue la colonne de Volta. Enfin il est à desirer que la théorie de l'électricité, augmentée de ces nouveaux phénomènes, soit complétement soumise au calcul d'une manière générale, directe et rigoureuse; et les pas que l'on a déjà faits dans cette carrière ont prouvé que ce sujet difficile demande la sagacité de la physique la plus ingénieuse et les secours de l'analyse la plus profonde.

Mais c'est sur-tout dans leur application à l'économie animale qu'il importe de considérer les appareils galvaniques. On sait déjà que les métaux ne sont pas les seules substances dont le contact détermine le mouvement de l'électricité. Cette propriété leur est commune avec quelques liquides et il est probable qu'elle s'étend, avec des modifications diverses, à tous les corps de la nature. Les phénomènes qu'offrent la torpille et les autres poissons électriques ne dépendent-ils pas d'une action analogue qui s'exerceroit entre les diverses parties de leur organisation, et cette action n'existe-t-elle pas avec un degré d'intensité moins sensible, mais non moins réel, dans un nombre d'animaux beaucoup plus considérable qu'on ne l'a cru jusqu'à présent? L'analyse exacte de ces effets, l'application complète du mécanisme qui les détermine, et leur rapprochement de ceux que présente la colonne de Volta, donneroient peut-être la clef des secrets les plus importans de la physique animale. En considérant ainsi l'ensemble

Digitized by Google

de ces phénomènes, on pressent la possibilité d'une grande découverte qui, en dévoilant une nouvelle loi de la nature, les ramèneroit à une même cause, et les lieroit à ceux que nous a offerts dans les minéraux le mouvement de l'électricité.

Ces considérations avoient sans doute été bien senties par la classe, et si elle n'a pas proposé de prix pour le perfectionnement de cette partie de la physique, c'est que l'étendue du sujet paroissant nécessiter plus d'un concours, elle ne pouvoit pas lui consacrer les encouragemens qu'elle doit en général à toutes les connoissances utiles: cependant chacun de ses membres et tous les savans de l'Europe devoient vivement desirer que les recherches des physiciens se dirigeassent vers ce but important, et ils doivent se féliciter de voir leur voeu rempli de la manière la plus complète.

Pour répondre aux intentions du premier Consul, et donner à ce concours toute la solennité qu'exigent l'importance de l'objet, la nature du prix et le caractère de celui qui l'a fondé, la commission vous propose à l'unanimité le projet suivant:

La classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national ouvre le concours général demandé par le premier Consul.

Tous les savans de l'Europe, les membres même et les associés de l'Institut, sont admis à concourir.

La classe n'exige pas que les mémoires lui soient directement adressés. Elle couronnera chaque année l'auteur des meilleures expériences qui seront venues à sa connoisance, et qui auront avancé la marche de la science.

Le grand prix sera donné à celui dont les découvertes formeront, dans l'histoire de l'électricité et du galvanisme, une époque mémorable.

Le présent rapport, renfermant la lettre du premier Consul, sera imprimé et servira de programme.

Digitized by Google

3°

ESTRATTO DELLA COMUNICAZIONE DI E. E. N. MASCART AL CONGRESSO DEGLI ELETTRICISTI

Nella comunicazione fatta dal signor E. E. N. MASCART *al primo congresso nazionale degli elettricisti il* 19 *settembre* 1899 *in Como, pubblicata negli Atti della* Associazione elettro-tecnica Italiana, *vol. III, dicembre* 1899, *e pronunciata in occasione della commemorazione di* ALESSANDRO VOLTA *nel primo centenario della scoperta della pila* (1799-1899) *trovansi le seguenti considerazioni e notizie:*

« La scienza francese può reclamare l'onore d'aver accolto il VOLTA con un favore eccezionale e di avere così apportato una brillante conferma alla sua scoperta ».

« I processi verbali delle sedute della Prima Classe dell'Istituto di Francia, scienze matematiche e fisiche, non possono consultarsi sotto tal punto di vista, senza una vera emozione ».

Segue la cronologia;

« Il 1° piovoso, anno V (20 gennaio 1797) MONGE indirizza da Milano all'Istituto una lettera su alcune esperienze del VOLTA ».

« L'11 vendemmiale anno X° (3 ottobre 1801) il Presidente propone di dare nuova attività alla Commissione incaricata di occuparsi di esperienze galvaniche, approfittando del soggiorno in Francia dei cittadini VOLTA e BRUGNATELLI: questi vengono invitati a voler aggiungersi alla Commissione composta dei cittadini LAPLACE, COULOMB, MONGE, CHARLES, VAUQUELIN, HALLÉ e BIOT relatore.

« Il 16 brumaio anno X° (28 ottobre 1801) il cittadino VOLTA legge la prima parte della memoria sulla teoria del galvanismo e particolarmente del fluido galvanico e il cittadino BONAPARTE propone che la Classe, manifestando dopo i primi momenti della pace generale, il desiderio di raccogliere i lumi di tutti i cultori delle scienze, conferisca una medaglia d'oro al cittadino VOLTA, primo dotto straniero che, dopo la pace, abbia letto una memoria in seno alla Classe, e ciò come segno della sua stima speciale per questo Professore e del suo interesse nel ricevere i lavori di tutti i dotti stranieri. E inoltre propone che si incarichi una Commissione di fare in grande tutte le esperienze atte a diffondere nuova luce sull'importante ramo della fisica di cui il cittadino VOLTA avea intrattenuto la Classe: chiede che le sue proposte siano rinviate a una Commissione e la Classe le rinvia infatti alla Commissione nominata per occuparsi del galvanismo ».

Digitized by Google

« Il 21 brumaio anno X° (12 novembre 1801) il cittadino VOLTA continua la lettura della sua memoria sul galvanismo ripetendo le principali sperienze delle sue teorie ».

« Il 1° frimaio anno X° (22 novembre 1801) il cittadino VOLTA completa la lettura della memoria sul galvanismo ».

« L'11 frimaio anno X° (2 dicembre 1801) il cittadino BIOT espone la sua relazione sulle esperienze galvaniche: la Classe approva la relazione, ne adotta le conclusioni, incarica la segreteria e la Commissione dei fondi di disporre affinchè sia coniata al più presto possibile la medaglia decretata al cittadino VOLTA, domanda che la relazione stessa venga stampata senza indugio e la proposta vien adottata ».

« Il primo Console BONAPARTE dopo avere assistito a tutte le sedute nelle quali il VOLTA aveva dato lettura della sua memoria, manifesta il più grande entusiasmo per la importanza della scoperta e, informato che le risorse del VOLTA erano esaurite, il 13 frimaio, due giorni dopo la comunicazione del cittadino BIOT, gli assegna una gratificazione di 6000 franchi ».

« Il 1° germinale anno X° (22 marzo 1802) VOLTA per voto della Classe vien compreso nella lista dei candidati al posto di membro straniero ».

« Il 4 messidoro anno X° (23 giugno 1802) il ministro dell'interno trasmette alla Classe una copia di lettera del primo console per la fondazione di un premio relativo all'elettricità e al galvanismo e i cittadini LAPLACE, COULOMB, HAUY, HALLÉ e BIOT vengono nominati per presentare i mezzi atti ad adempiere le intenzioni del primo Console. L'11 messidoro anno X° (30 giugno 1802) il cittadino BIOT fa in nome proprio e dei colleghi una relazione sulla lettera del primo Console relativa al premio da lui fondato per il galvanismo. Il rapporto e le conclusioni sono adottate e viene stabilito che se ne abbia a dar lettura alla prossima seduta pubblica e lo si stampi separatamente per servire di programma ».

« Il nome del VOLTA è così collegato agli atti più onorandi compiuti dall'Istituto di Francia e dal Governo Francese per incoraggiare il progresso scientifico ».

Digitized by Google

XXVIII.

DESCRIPTION DE LA PILE ÉLECTRIQUE

PAR

ALEXANDRE VOLTA

COMMUNIQUÉE PAR BRUGNATELLI

6 *Novembre* 1801.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Mons Journ. T. I, cahier 15 brum. an X (6 *Nov.* 1801), pg. 129.	

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Mons Journ.

DATA: da Mons Journ.

Il manoscritto voltiano era conservato a Bruxelles presso l'Académie Royale de Belgique sino al 1914; scomparve durante la grande guerra.

Digitized by Google

Digitized by Google

DESCRIPTION
DE LA PILE ÉLECTRIQUE

PAR ALEXANDRE VOLTA

PROFESSEUR DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE, À PAVIE

COMMUNIQUÉE PAR BRUGNATELLI

La construction suivante du nouvel *appareil électromoteur*, est une des plus faciles et des plus commodes, et, par elle, cette machine devient portative.

On prend 40 ou 50 plaques ou disques d'argent comme des pièces de monnaie, mais qu'il serait préférable d'avoir sans empreinte. On les unit au moyen d'une soudure d'étain et de plomb, avec de semblables pièces de zinc pur, ou mêlé avec une quantité plus ou moins grande d'étain, de manière à former autant de disques doubles. Le succès est le même si, au lieu d'argent, on se sert de bon cuivre. On fait de semblables disques, mais un peu plus petits, avec du carton, de la peau, du drap, du feutre ou quelqu'autre matière spongieuse capable de retenir bien et long-temps le liquide dont elle doit être imbibée. Ce liquide peut être de l'eau simple, mais il est bien préférable de se servir d'une solution aqueuse de sel marin, et sur-tout de sel ammoniac ou d'alun: la première de ces solutions est excellente si l'on y ajoute un peu de vinaigre ou d'un autre acide.

Je ferai observer ici, en passant, que les sels qu'on ajoute à l'eau ne contribuent en rien pour faire accroître la force électrique; ce que prouve l'égal degré de divergence qu'on obtient sur l'électromètre, avec ou sans l'aide de mon condensateur, que les cartons soient imprégnés d'eau simple ou qu'ils le soient d'eau salée; mais la commotion est plus sensible avec cette dernière eau. Ceci ne dépend pas de ce que le liquide concourt beaucoup à donner l'impulsion au fluide électrique, lequel est uniquement, ou presque uniquement mis en jeu en vertu du contact mutuel des métaux différens, mais de ce que

Digitized by Google

les liquides salés étant beaucoup meilleurs conducteurs que l'eau simple, ils laissent passer plus librement le courant électrique, lequel produit ainsi des secousses plus fortes, etc.; en peu de mots, dans l'appareil en question, ce sont les métaux de diverse nature, qui, par leur contact mutuel, incitent le fluide avec une force notable, et le mettent en mouvement, comme je l'ai démontré ailleurs par des expériences directes, et les corps humides interposés entre les disques doubles de ces métaux, ne font que remplir la fonction de conducteurs; je dis presque, à cause que ces corps, comme je l'ai prouvé, sont tant soit peu excitateurs, mais à un degré si faible, qu'ils n'ajoutent rien ou presque rien, à la force électrique véritable et propre de l'ensemble de l'appareil.

Pour revenir à la construction de l'appareil, on voit que le tout se réduit à entasser les unes sur les autres des doubles plaques de métal qui toutes soient tournées dans le même sens, et à leur interposer autant de rondelles de carton mouillées.

Voici tout l'appareil que j'appelle *à colonne* ou *à pile* et dans lequel le fluide électrique reçoit une impulsion du bas en haut, si le zinc des doubles plaques est tourné en haut, ou du haut en bas si le zinc est tourné en bas. Si le nombre des doubles disques est de 60 à 70, la force de tension est telle qu'elle fait diverger de ½ ligne l'électromètre de CAVALLO et de 2 lignes celui de BENNET à feuilles d'or, et qu'elle fait sentir dans les bras des secousses assez fortes, chaque fois qu'on touche d'une manière convenable les deux extrémités opposées de l'appareil.

Quoique la pile ne serait pas composée de 40 ou 50 disques doubles, on pourrait néanmoins obtenir des secousses médiocres (*a*), mais les signes sur l'électromètre ne pourront être rendus sensibles que par le condensateur, avec le secours dequel [1] il sera aussi facile d'obtenir des étincelles, etc.

Pour bien sentir la secousse, il est nécessaire de toucher les deux extrémités de la colonne avec des lames amples de métal qu'on saisit pleinement avec les mains bien mouillées; ou bien, on conduit une lame de métal, par exemple, une bande d'étain en feuilles, du pied de la pile dans un bassin plein d'eau, on plonge un doigt dans ce liquide, et on touche le sommet de la pile avec la lame tenue dans l'autre main. Dans ce dernier cas la commotion est forte et douloureuse, mais elle ne s'étend pas loin, et on la sent peu dans l'autre

---

(*a*) Une pile de 28 écus de 5 francs et autant de disques de zinc moulés sur ces pièces, a donné à tout un auditoire, des secousses très-fortes. Les cartons étaient imbibés d'eau ammoniacale. L'effet fut augmenté en versant abondamment de l'eau sur la pile, de manière que ce liquide découlait le long de la table. Après chaque aspersion le dégagement d'ammoniaque reprit avec une nouvelle activité.

[1] *Così in Mons Journ.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

main et dans les bras. Mais en plongeant dans l'eau deux ou trois doigts, ou toute la main, la commotion ainsi dispersée, est moins douloureuse dans les doigts et se propage même aux deux mains, aux coudes, et jusqu'à toute l'étendue des deux bras.

Une pile de plusieurs couches se tient difficilement droite par elle-même; mais on peut la partager en plusieurs parties, ou la maintenir en position par un soutien.

Lorsqu'on veut la diviser en plusieurs tas, il faut les faire communiquer entre elles par des lames de métal, telles que des bandelettes de plomb laminé, de manière que la disposition convenable des disques soit continuée, comme dans les fig. 1 et 2.

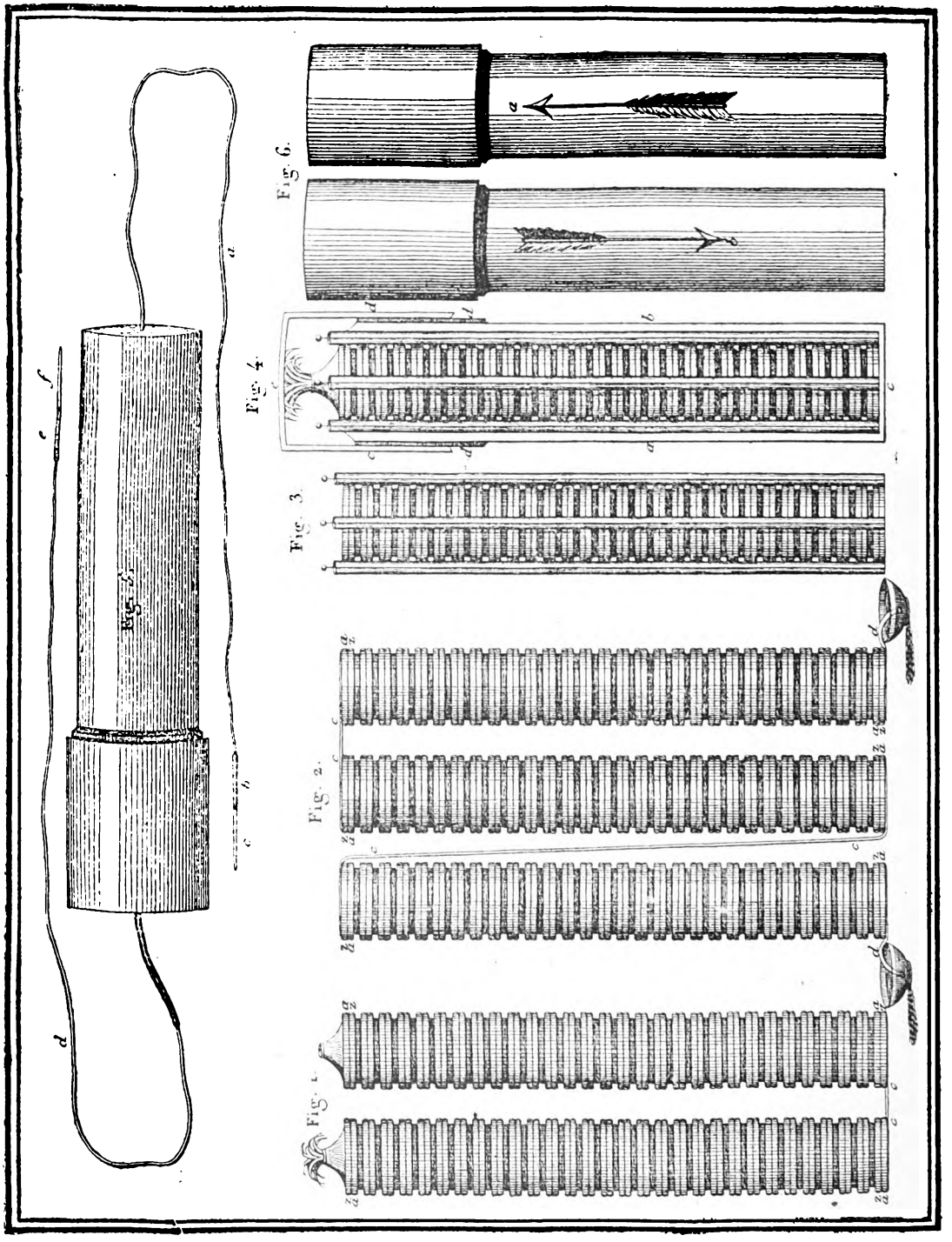
Dans ces figures, les letteres initiales *a z* indiquent les plaques d'argent et de zinc de chaque double disque, et les couches noires désignent les rondelles mouillées qui se trouvent entre chaque couple de métaux; par les lettres *c c* on indique les bandes métalliques qui établissent la communication entre les diverses colonnes; et par *d d* d'autres lames qui, du pied de chaque colonne vont se plonger dans l'eau destinée à l'immersion du doigt, etc.

Les piles partielles doivent être placées, ou sur un plan isolant, comme serait une plaque de verre, une couche de résine, de la toile cirée, etc., ou au moins sur un conducteur imparfait, comme une table de bois qui ne soit pas humide, ou sur une feuille de carton convenablement sèche.

Mais si l'on veut soutenir une pile d'une certaine hauteur, ou composée d'un grand nombre de plaques, on peut faire partir de l'inférieure, qu'on rend plus large que les autres, trois ou mieux quatre verges métalliques, entre lesquelles on renferme ces dernières de la manière qu'il est représenté dans la fig. 3, et on enferme ces verges dans des tubes de verre afin d'empêcher qu'elles ne touchent aux bords des lames de la pile, circonstance qui les faisant agir comme des arcs conducteurs, établirait une communication entre les deux extrémités de la pile et l'empêcherait de produire la commotion et tout autre effet.

L'appareil ainsi construit est propre à toutes sortes d'expériences. On peut le faire communiquer par sa base, à l'aide d'une bandelette de métal, avec un bassin rempli d'eau; mais il devient beaucoup plus commode de l'enfermer dans un étui de laiton, de manière que la base de la pile repose sur le fond de l'étui et que le sommet touche à son couvercle, sans que ces deux pièces communiquent ensemble; ce qu'on obtient en faisant le couvercle assez large pour qu'il puisse s'appliquer non pas immédiatement sur l'étui, mais sur une couche de cire à cacheter, ou sur quelqu'autre substance résineuse dont l'étui doit être couvert à la hauteur d'un pouce environ, comme dans la fig. 4, dans laquelle *a b* représente la pièce inférieure de l'étui, et *c* le fond de cette pièce, sur lequel repose la pile; *d d* est la couche résineuse

Digitized by Google



Digitized by Google

dont le métal est couvert et sur laquelle serre convenablement le couvercle de l'étui, dont le fond doit toucher à une houppe métallique qui s'élève du sommet de la pile.

Cette houppe est faite, ou de clinquant, ou de fils d'argent que leur ressort fait dresser, et qui se trouvent par-là en contact continuel avec le couvercle de l'étui.

Mais il arrive, à cause de l'humidité que répand la pile, et par les sels qu'on emploie, que les parois internes de l'étui se rouillent en quelques endroits et se couvrent de substances étrangères, ce qui interrompt quelquefois le contact immédiat qui doit subsister entre les deux fonds de l'étui et les extrémités de la pile. Il faut donc faire attention à cette circonstance et enlever cette rouille ou cette couche de matière étrangère qui empêche ou rend les communications imparfaites; c'est pourquoi il serait convenable de faire les fonds *e c* avec de l'argent pur, ainsi que la première plaque de l'extrémité inférieure de la pile, ou celle qui repose sur le fond *c*, ce métal n'étant point sujet à la rouille et pouvant se nettoyer facilement.

L'appareil ainsi renfermé dans son étui, est commode et portatif, et peut servir avec une facilité étonnante, à un grand nombre d'expériences. Pour les plus ordinaires on empoigne avec une main humide la pièce *a b* de l'étui et dans l'autre main également mouillée, l'on tient une lame de métal et on touche à un point quelconque de la pièce *c d*. De cette manière on sentira dans les bras l'effet de la commotion.

Si l'on tient dans la bouche la lame indiquée de métal, une clef polie, une pièce de monnaie ou autre semblable, au lieu de la tenir dans la main, on ne recevra pas seulement la secousse, mais on appercevra un éclair ou une clarté passagère devant les yeux, et on éprouvera sur la langue une saveur acide ou alcaline, suivant que les plaques de la pile seront tournées pour faire passer le courant électrique dans la langue, ou pour l'en faire sortir.

En faisant toucher un point quelconque de la pièce *c d* aux paupières, au bout du nez, aux tempes, au front, aux lèvres ou à une partie quelconque de la face, tandis qu'on empoigne la pièce inférieure *a b* de l'étui, on sent aussitôt, ou peu après, à la partie de la tête ainsi touchée, un picotement plus ou moins fort, et une chaleur quelquefois insupportable, accompagnée d'ordinaire de la sensation lumineuse mentionnée.

Je ne peux omettre d'avertir que la chaleur se fait sentir beaucoup plus fortement lorsque, dans la pile, le zinc est tourné vers le bas, que lorsque ce métal l'est vers le haut, c'est-à-dire, que l'électricité en moins est beaucoup plus piquante que celle en plus.

Mais pour avoir un appareil complet, on construit deux piles, qu'on renferme chacune dans son étui; dans l'une le zinc est tourné en haut, et dans l'autre il l'est en bas. Si l'on saisit chaque étui d'une main (ils sont repré-

Digitized by Google

sentés ici, par la fig. 6, avec la direction du courant électrique indiquée par celle des flèches *a b*), et si on les met en contact par leurs extrémités supérieures, on éprouvera dans les bras une secousse égale en violence à la force des deux piles, et on n'aura pas besoin d'autres lames métalliques.

On comprend qu'en retournant, soit un étui, soit une pile dans l'étui, et en les portant ensuite en contact, on ne recevra plus de secousse, deux forces égales ou presqu'égales se trouvant en opposition.

J'omets le détail d'un grand nombre d'autres expériences, non-seulement de divertissement, mais instructives qu'on pourra, à son idée, modifier et exécuter avec un appareil si commode, après en avoir bien conçu le jeu. J'omets également celles relatives aux merveilleux effets chimiques obtenus par cet appareil, et dont s'occupent aujourd'hui les plus illustres chimistes, et je me contente de dire quelque chose relativement aux avantages qu'on peut en tirer sous ce rapport.

Il m'est venu en idée, ainsi qu'à d'autres chimistes, d'appliquer de telles expériences à la pratique de la médecine, et déjà on prétend d'en avoir obtenu des résultats très-avantageux, comme d'avoir guéri la cécité, la surdité et plusieurs autres affections paralytiques (*b*). Pour faire ces expériences avec facilité et promptitude, à l'aide de l'appareil ci-dessus décrit, on attache au fond de l'étui un fil ou cordon métallique qu'on peut facilement plier, et un autre à son couvercle. Ces fils terminent par une sonde d'argent que l'on introduit, suivant l'indication, dans les oreilles, dans les narines, dans le gosier, etc. Veut-on que la partie ou les parties soient irritées par un *stimulus* doux et continuel, ou picotés sans secousse, on établit à l'aide des deux fils, entre les parties respectives une communication, qu'on n'interrompt point pendant tout le cours de l'application. Veut-on au contraire faire éprouver à la partie des secousses plus ou moins fréquemment répetées, on interrompt et on rétablit alternativement, les communications, à des intervalles voulus. On attache, par exemple (V. fig. 5), le fil conducteur *a b c* au fond de la pile, sur lequel elle sera dressée. On tient avec deux doigts le fil près son autre extrémité en *b* où il doit être garni de cire d'Espagne, et on dirige la sonde d'argent *c* vers l'endroit où on veut porter l'action électrique. L'autre fil conducteur *d e f*, par un de ses bouts qui termine en une lame, doit poser sur le couvercle de l'étui, et par l'autre, ce fil doit toucher à telle partie du corps qu'on voudra, qui soit habituellement humide, ou qu'on aura humectée. De cette manière l'action du *stimulus* sera continuelle, mais sans secousse.

Je terminerai par quelques avis que je crois utiles pour ceux qui veulent tirer un parti avantageux d'une pile ainsi constituée. Il est d'abord nécessaire

(*b*) Voyez l'article *Nouveautés* de ce cahier.

Digitized by Google

que les plaques, si elles ne sont pas entièrement brillantes et nettes, au moins ne soient pas tout-à-fait sales ou couvertes de rouille, et que les cartons soient suffisamment imprégnés, sans cependant que le liquide en suinte et coule d'un disque sur l'autre.

La pile ainsi montée, n'entre pas tout de suite dans sa plus grande activité, mais demande pour cela quelque temps, par fois même quelques heures.

Lorsque les cartons commencent à se dessécher, ce qui arrive en été, après le premier ou le second jour, et en hiver, après trois, quatre ou cinq jours, les secousses deviennent notablement plus faibles, mais non pas la tension électrique, ni les signes sur l'électromètre. On peut remettre l'appareil ainsi affaibli, dans sa première vigueur, sans démonter la pile, en enlevant les tubes de verre et en tenant la pile plongée pendant quelque temps, toute entière, dans de l'eau froide, ou mieux dans de l'eau chaude, à un degré qui soit à peine supportable par la main, parce qu'alors sa surface prend d'elle-même à l'air, le degré de desséchement qui lui est nécessaire.

Cependant, après avoir répeté trois ou quatre fois cette opération, ou après huit ou dix jours, il conviendra de démonter l'appareil pour enlever des disques, à l'aide d'une lime ou d'un couteau, la croûte épaisse de sels et oxides métalliques dont ils se trouvent couverts, sur-tout à la surface du zinc.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXIX.

LETTERA

AL

CONSIGLIERE M. LANDRIANI

Dopo il Marzo 1801.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **E 47; J 69; J 78.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: Non si può stabilire che approssimativamente dal confronto col N. XXIV; nella lettera ivi pubblicata il Volta dice: « *Fu però solamente verso il fine dell'estate* (1800), *che venni eccitato a portare una più seria e particolar attenzione a tali effetti elettrico-chimici da una lettera del Cons. Marsilio Landriani da Vienna, in cui mi ragguagliava sommariamente delle nuove sperienze di Nicholson, che erano state verificate in presenza di esso Landriani.... Allora mi applicai di proposito a ripeterle ancora io, e variarle in più guise, e molti nuovi e bei risultati ne ho ottenuti; picciola parte dei quali ho già comunicato al prefato Landriani nella mia lettera risponsiva scrittagli* (v. N. XXIV) *in 7mbre passato...., promettendo di comunicargli in seguito il resto come eseguirò* ».

E 47. J 69 sono molteplici e successive minute che si compenetrano e che hanno andamento diverso; da queste fu possibile ricostruire la parte, certamente notevole, della lettera che qui si pubblica.

J 78 è un breve brano di una prima minuta importantissima per le figure disegnatevi dal Volta.

Digitized by Google

Per ordine di tempo o d'argomento troverebbero qui posto le 5 lettere al VAN MARUM:

la prima in data « A Côme, en Milanois, ce 29° Aout 1801 » (Copia in Cart. Volt. E 49),

la seconda « A Paris, le 22 octobre 1801 » (Copia in Cart. Volt. E 50),

la terza « Genève le 3° Mars 1802 » (Copia in Cart. Volt. E 52),

la quarta « A Côme le 22 Juin 1802 » (Copia in Cart. Volt. E 53),

la quinta « A Côme, ce 10 Juillet 1802 » (Copia in Cart. Volt. E 54);

e la lettera al SENEBIER in data 10 luglio 1802 che si rimandano all'Epistolario.

Digitized by Google

da **E 47 ζ.**

Vi ho promesso nell'antecedente mia di comunicarvi ciò che ho potuto osservare in queste poche settimane, ripetendo e variando le nuove stupende sperienze fatte prima in Inghilterra da NICHOLSON e CARSLISLE (*a*), poi, dietro la notizia di là ricevutane, dal Professore JACQUIN, e da voi in Vienna, fatte, dico, coll'Apparato per l'elettricità metallica di mia invenzione, al quale ho dato nome di *Organo elettrico artificiale* per i rapporti che ha coll'*Organo elettrico naturale* della Torpedine, ecc. (*b*): sperienze, che aprono una nuova carriera ne' campi della Chimica e che fornito avendo già non pochi lumi molti più ce ne fanno sperare in progresso. Ho promesso sì di farvi parte, e darvi un conto esatto dei risultati delle mie sperienze rivolte a questo nuovo soggetto elettrico-chimico; e vi ho prevenuto, che mi era occorso già di notare delle circostanze e aggiunti, che sembranmi meritare molta riflessione; e che mi han portato a formar varie congetture, a creare certe modificazioni alla teoria oggi giorno adottata comunemente sulla calcinazione; o come vuol chiamarsi ossidazione de' metalli. Forse le medesime osservazioni, e le medesime idee si son presentate ad altri prima di me, e sono stato prevenuto anche in queste, giacchè i fenomeni, ossia gli effetti ottenuti, han pur dovuto essere gli stessi in sostanza. Ma fors'anche sono andato io più innanzi, quantunque entrato più tardi in questa lizza, ed ho veduto più addentro, o infine qualche fenomeno si è offerto a me, che ad altri è per avventura sfuggito. Checchè ne

---

(*a*) Come nota il foglio del *Moniteur universel* citato nella precedente lettera. A proposito di che devo avvertire, che non a Parigi, come per isbaglio ho ivi detto, bensì a Londra erano state ripetute e mostrate al pubblico le sperienze di NICHOLSON e CARSLISLE dal Dre [1] GARNET « dans sa lecture sur la composition et la decomposition de l'eau » come si esprime detto foglio periodico num.° 309 riportandosi in tutto a *Extrait du Courier de Londres* du 8° Août.

(*b*) Se piacesse di comporgli un nome greco, come sono quelli di idioelettrico, elettrometro, elettroforo, ecc. potrebbe questo Apparato motore dell'elettricità chiamarsi *Elettrotomeno;* e in segno della sua perenne azione aggiugnerglisi l'epiteto di *perpetuo.*

[1] *Così in E 47 sono scritti i nomi del Carlisle e del Garnett.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

sia, eccovi, amico, in adempimento della promessa le osservazioni, che ho avuto luogo di fare fin qui, e che sono non ancora che un principio, o poco più; giacchè molte me ne rimangono tuttavia a fare per togliere alcuni dubbj, soddisfare a varie questioni, e porre in chiaro diverse cose.

da E 47 α.

Comincerò dal dirvi, che i congegni ch'io adopero per eseguire coteste nuove sperienze, sono alquanto diversi da quello che mi avete voi delineato colla figura annessa al vostro scritto; e che questi oltre al riuscire più comodi servono nel medesimo tempo ad un maggior numero e varietà di prove. Ma prima di passare a mostrarveli tali miei congegni permettetemi ch'io vi accenni qui di passaggio e ricordivi alcune cose relative all'Apparato e prima di venire alle sperienze di questo genere, e alle riflessioni sui loro risultati, e consentanee ai principj che mi hanno condotto alla sua costruzione, e a ciò, che già vi scrissi vari mesi sono nelle altre mie lettere, in cui vi diedi una sufficiente descrizione di esso Apparato sotto diverse forme, in ispecie sotto quella *a colonna* ed a corona di tazze.

Egli è propriamente all'apparato a colonna composto di una serie di molte coppie formato da un buon numero di doppi piattelli di metallo sovrapposti gli uni agli altri, cioè uno d'argento o di rame e l'altro di zinco per ciascuna coppia, e interpolati ad ogni coppia da bollettini di cartone o di pelle molto inzuppati d'acqua semplice, o meglio salata e diviso se occorre in più colonne fig.[2]...., ch'io dicea convenirsi il nome di *organo elettrico artificiale* per la sua somiglianza anche nella forma all'*organo elettrico naturale* della Torpedine. L'altro formato di molte tazze di vetro fig..... o piccioli bicchieri (servono benissimo, de' tubi più piccioli ancora dei bicchierini comuni, cioè larghi appena un pollice, ed altri due circa rotondi, o meglio un poco schiacciati, quali mi son io fatto fabbricare a posta) contenenti acqua in natura semplice o meglio salata e concatenati da altrettanti archi metallici, ciascuno de' quali termina, e pesca in essa acqua da una parte con una lastra di zinco, e dall'altra con una di rame, semplice, o meglio di rame legato coll'argento, larghe abbastanza per presentare al contatto del liquido un pollice quadrato almeno di superficie; quest'altro apparato che fondato sull'istesso principio non differisce in sostanza dal primo, ma soltanto per la forma, mi è piaciuto di chiamarlo *Apparato a corona di tazze.*

[2] *In tutti i Mns. riprodotti in questo numero mancano le figure a cui si fa continuamente riferimento. Fanno eccezione le due tavole riprodotte in eliotipia dal Mns. J* 78 *che con ogni probabilità vanno riferite al brano J* 69 ε *che segue.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

Ma lasciando i nomi, de' quali poco importa, ci basta sapere che sì l'uno che l'altro, e qualunque ne sia la costruzione (giacchè ne ho pur immaginate, ed eseguite delle altre, fondate anch'esse sopra il medesimo principio) è Apparato *motore* per se stesso di *Elettricità*, e *motore perpetuo*. Il quale cioè incita e spinge il fluido elettrico in virtù di quella forza arcana (da me scoperta son già parecchi anni, e dimostrata in seguito con sempre nuovi fatti e prove sperimentali, e sostenute contro ogni maniera di obbjezioni) in virtù, dico, di quella forza, onde toccandosi fra loro due metalli di diversa specie uno tende a dare, e dà effettivamente del suo fluido elettrico all'altro, cioè i superiori danno agl'inferiori nel seguente ordine, Oro, Argento, Rame, Ottone, Ferro, Stagno, Piombo e Zinco (per tralasciare altri metalli, e leghe, e piriti e il carbone, che hanno ciascuno il loro luogo in tal ordine, e stanno sopra questo o quello dei metalli più nominati, e taluno fin sopra l'argento) e tanto più danno, quanto essi metalli, che si toccano, trovansi nel detto ordine collocati più lontani. Or dunque l'Apparato nostro, sia quello a colonna, sia quello a corona di tazze, od altro costruito in diversa forma, sol che trovisi formato di una lunga serie di coppie metalliche eterogenee, disposte nel medesimo senso, e comunicanti l'una all'altra per mezzo di altrettanti strati di acqua, o di conduttori umidi quali essi siano, al che si riducono tutte le condizioni richieste, codesto apparato spinge il fluido elettrico da un capo all'altro di tal serie ordinata di corpi, lo spinge e incalza nell'esempio delle figure 1, 2 nella direzione indicata dalle freccie: con che viene esso fluido a diradarsi dalla parte... e massime all'estremità... e ad accumularsi verso l'altra estremità,... e ciò tanto maggiormente quanto i metalli di ciascuna coppia sono più diversi, ossia più distanti nell'indicato ordine, come già si disse, e quanto la serie de' medesimi è più lunga; giacchè il fluido elettrico riceve tanti impulsi, quanti sono i contatti, ossia le coppie di detti metalli; di maniera che se arrivino queste coppie a 50 circa, potrà un tal Apparato innalzare a dirittura il mio elettrometro a paglie sottili, senza cioè l'ajuto di alcun condensatore, ad un grado che è quanto dire far divergere tai pendolini di una mezza linea e di una linea intiera, vale a dire 2 gradi, se le coppie metalliche siano da 100. ecc. Col condensatore poi farli battere a riprese contro le pareti della boccetta e far che vibri esso Condensatore scintille visibilissime (*c*).

(*c*) Non debbo lasciar di dire, che si ottiene talvolta la scintilla anche senza il condensatore, coll'immediato toccamento cioè delle due estremità dell'Apparato, il qual sia abbastanza grande e ben in ordine, specialmente congiungendo queste estremità ad un tratto con un arco tutto metallico, dico *talvolta*, perchè non succede sempre neppure con un Apparato di 100 coppie metalliche, e quasi mai se non è montato di recente e se non sono asciutti e mondi i metalli fuori delle parti che debbono combaciare i conduttori umidi. Con queste attenzioni però son riuscito più d'una volta ad avere la scintilla da un Apparato di 40 coppie solamente.

Digitized by Google

Se ciò è già sufficiente

da J. 69 ε.

per poter dare al mio Apparecchio il nome di *Elettromotore*, pare che un nome ancor più espressivo gli converrebbe per ciò che in conseguenza dell'anzidetta virtù e forza, con cui spinge incessantemente il fluido elettrico da un capo all'altro, viene poi a metterlo in una corrente ogni qualvolta compiasi con altri conduttori il circolo: corrente continuata finchè esso circolo non s'interrompa; corrente, che produce una scossa proporzionata a tal forza (epperò alla qualità e numero delle coppie metalliche, ond'è composto esso Apparato) ed alla più o men perfetta comunicazione, qualora tra i conduttori che compiono il circolo entrino le braccia od altre parti del corpo suscettibili di convulsione; cagiona un più o men forte bruciore delle parti delicate del volto, ed altre sensibili applicate al contatto, ove questo continui per un certo tempo; eccita infine negli organi del gusto, della vista, e dell'udito delle sensazioni proprie a ciascuno di questi sensi, di sapore cioè di luce, e di suono. Intorno ai quali effetti tutti (che accenno qui di volo) sopra i corpi viventi intieri, e loro diversi organi, e sopra i membri, e parti recise, in cui trovasi ancora superstite qualche vitalità, ho scoperto de' fenomeni assai curiosi, e molto interessanti lo studio dell'economia animale per nulla dire della Medicina pratica, de' quali ho promesso di trattenervi qualche altra volta.

Or questo medesimo Apparato, oltre tali e tanti fenomeni, altri semplicemente elettrici, ed altri elettrico-fisiologici, ne presenta ora di elettrochimici non meno sorprendenti, quali sono la decomposizione dell'acqua in contatto de' metalli, e l'ossidazione di questi, per ottenere ed esaminare i quali possono congegnarsi in diversa maniera i pezzi di quello, che chiamerò apparecchio secondario; come vado ora a mostrarvi.

Se l'Apparato primario, ossia l'Elettromotore, è quello a corona di tazze, fig. ....., del quale mi servo io più volentieri che dell'altro a colonna, per la maggiore facilità di adattarvi i pezzi che occorrono, non v'è bisogno d'altro per far seguire ed osservare l'accennata decomposizione dell'acqua, e la susseguente calcinazione de' fili, o lastrette metalliche che di mettere quel filo o lastretta, che si vuol sottoporre all'esperienza, di metter l'uno o l'altra, ripiegatili prima ad arco, a cavalcione di due di esse tazze in luogo d'alcuno degli archi guerniti delle lastre di rame e di zinco; e di compiere indi a dovere il circolo.

Questo filo o lastretta... nella cit. fig. è un filo di rame della grossezza di ¼ di linea circa, che pesca co' suoi due capi... nell'acqua delle due tazze... alla profondità di un pollice o più: *b b*, un altro simile filo d'argento che pesca

Digitized by Google

ne' due bicchieri...: *c c* terzo filo di ferro che pesca similmente ne' bicchieri... di questa maniera si fanno tre sperienze in una volta e se ne possono fare di più; giacchè l'istessa corrente elettrica in giro agisce sopra tutti i detti fili egualmente; e solo riesce un poco più debole in ragione della resistenza che s'incontra in ciascuno di essi, ossia nel passaggio dai medesimi nell'acqua, essendo la loro superficie con cui combaciano essa acqua di poche linee quadrate, epperò non abbastanza larga per dare un passaggio del tutto libero, a detta corrente, giacchè l'acqua è un conduttore tanto imperfetto che non può trasmettere ad un tratto una quantità considerabile di fluido elettrico, e con una larga superficie non presenta un gran canale o molti piccoli canali insieme; una prova evidente di questo difficile e ritardato passaggio del fluido elettrico da un sottil filo metallico nell'acqua, o da questa in quello si è, che ove il circolo trovisi compito, ma a compierlo entri un tal filo metallico sottile pescante co' suoi due bracci nell'acqua delle tazze,... *B* fig., il fluido elettrico non scorre in piena corrente, come far dovrebbe in giro, ma rimane un poco accumulato dal lato *A*, e un poco diradato dal lato *B*, come appare dai segni che si possono ottenere di elettricità positiva da quel lato e di negativa da questo, con un buon Condensatore, che vi si faccia toccare; massime poi, se non uno, ma due, tre, o più siano gli archi di sottil filo metallico che comunichino di seguito una serie di tazze, come nella fig. ...: nel qual caso potrassi anche, se l'Apparato è altronde grande abbastanza, ricevere una scossa molto sensibile intingendo un dito nella tazza... e un altro nella tazza..., o meglio toccando contemporaneamente i loro archi... con lastre o grossi tubi metallici impugnati dalle mani ben umettate, ecc. Tali sperienze sorprenderanno forse chi osservando solamente che il circolo conduttore è compito non riflette, o stenta a persuadere che l'acqua sia un così imperfetto deferente, e che possa malgrado che comunichi con un filo metallico tuffato in essa impedire neppur per poco il corso del fluido elettrico e tenerlo indietro. Ma pure la cosa è così; nè può dubitarsene: un sottil filo metallico, od una lastretta strettissima pescanti nell'acqua, massime pura, per la lunghezza di uno o due pollici non bastano al libero tragitto di una corrente elettrica un poco copiosa, la quale per conseguenza vi soffre qualche sorta d'impedimento, e di ritardo.

Or egli è appunto per questa angustia e difficoltà di passaggio che la corrente di fluido elettrico di cui si tratta, tanto più attiva quanto più ristretta coartata' adopera ivi sopra l'acqua e sopra il metallo in modo di decomporla quella e produrre l'ossidazione di questo con una maravigliosa prontezza, e a vista d'occhio, talchè, in pochi minuti, e talora in pochi secondi compare un capo del filo metallico in quella parte che pesca nell'acqua tutto gremito di picciole bolle d'aria, che vanno man mano ingrossando, e l'altro capo invece coperto in brev'ora tutto al lungo da uno strato aderente, e da molti bei

Digitized by Google

fiocchi sollevati di genuina calce metallica; laddove tutti gli altri archi, ossia le lastre *r z* in cui terminano, combaciando l'acqua con una superficie assai più larga, cioè di un pollice quadrato poco più poco meno e offrendo quindi un più libero e facile passaggio alla corrente elettrica, decompongono bensì anch'esse l'acqua e si ossidano; ma molto lentamente, cosicchè non compaiono nè le bolle d'aria, nè la calce metallica, se non a capo di alcuni giorni; la differenza pertanto

da E. 47 ε.

[La differenza dunque] per i fili o lastrette sottili, e per le lastre larghe o fili grossi, non è che dal più al meno di celerità, con cui succedono i medesimi fenomeni, fenomeni ch'io avea già osservati avanti NICHOLSON, e fino dalle prime sperienze col mio Apparato Elettro-motore, come vi dicea nella lettera precedente. Una tal differenza è però grandissima quando il diametro de' fili metallici sottoposti alla sperienza essendo minore di 1 linea, o di ¼, e pescando essi fili per un pollice di profondità, o meno nell'acqua, si ottiene dippiù in qualche minuto e fino in pochi secondi, di quello si ottenga in uno o più giorni con lastrette di un mezzo pollice di larghezza tuffate per altrettanto circa di lunghezza. Del resto cotesta sì grande differenza non dee farci troppa maraviglia, se riflettiamo, ch'una egualmente grande, ha luogo in altre sperienze fatte colle macchine elettriche comuni, colle boccie di Leyden, ecc. con cui si porti l'azione della corrente elettrica o delle scariche or sopra larghe superficie del nostro corpo, ed ora sopra pochi punti, e particolarmente in quelle sperienze ch'io faccio col mio Apparato, nelle quali compio il circolo applicando alla fronte, o a qualche altra parte del volto una lastra di metallo, che comunica con uno dei capi di esso Apparato, ve l'applico, dico, e ve la tengo per qualche tempo applicata per pochi punti di contatto, e quando per una più o men larga superficie; osservandosi in tali sperienze, che dove coll'applicazione di una abbastanza larga superficie niun dolore o puntura si sente, o appena qualche cosa, un forte bruciore, e un dolore mordente, si eccita o tosto, o, come accade più sovente, dopo alcuni istanti, e cresce fino a divenire intollerabile, ove il contatto si faccia sopra piccola superficie, o in pochi punti. Anche qui dunque scorgesi il difficile passaggio della corrente elettrica per la via dei conduttori umidi, se questa non è larga molto; e che gli è per tale difficoltà che incontra essa corrente in simili passi stretti, per la resistenza che questi imperfetti conduttori le oppongono ch'essa ferisce punge, morde, e lacera quasi, in certo modo essi conduttori, ossia quelle fibre sensibili. Or quando l'azione della stessa corrente si porta similmente nelle sperienze elettrico-chimiche, di cui ci occupiamo, sopra una piccola

Digitized by Google

superficie di semplice acqua, è facile concepire ch'essa corrente o piena di fluido elettrico ferisce egualmente e strazia cotest'acqua: effetto della qual'azione penetrante (effetto invero mirabile) è la decomposizione dell'acqua medesima, a cui succede poi l'ossidazione del metallo per l'affinità che questo ha coll'ossigeno.

Ma veniamo ad una descrizione particolare di tali sper.^ze^ Crederassi facilmente, che quanto è più grande l'Apparato Elettro-motore, cioè formato di un più gran numero di piattelli, se è l'apparato a colonna o di bicchieri ed archi metallici, se è quello ch'io chiamo a corona di tazze; tanto più pronte e in copia compariranno sopra e d'intorno ai fili metallici sottoposti nell'indicato modo all'esperienza, le bolle d'aria provenienti dalla decomposizione dell'acqua, e tanto più presto parimenti formerassi, e più abbondante la calce metallica. Egli è così diffatti; ma fino a un certo segno solamente, come vedremo. Riguardo a ciò è ben sorprendente, che un Apparato assai piccolo, p. e. di 8, o 10 tazze, il quale è capace soltanto di dare una picciola scossa a un dito e appena fino alla seconda articolazione, e di eccitare qualche bruciore sulle palpebre, e sulla punta del naso, o su altra parte molto sensibile e delicata (*d*)

(*d*) Cade qui a proposito di notare, che la maniera di eccitare facilmente il bruciore in tali parti, è di applicare questa o quella, o l'una o l'altra palpebra cioè, il naso, la fronte o altra parte del volto, di applicarla con qualche variazione alla punta di un grosso filo metallico, od all'angolo di una lastra, che comunichi a dovere con quell'estremità dell'Apparato, dalla cui parte sta l'elettricità *negativa;* cioè dove il fluido elettrico spinto innanzi se ne tira addietro dell'altro in soccorso, mentre si compie, e si tien chiuso il circolo comunicando con una mano coll'altra estremità animata da elettricità *positiva*, da cui cioè esso fluido tende a sortire. Provando all'opposto, cioè facendo comunicare la parte delicata cui vuol farsi sentire il bruciore all'estremità dell'Apparato la quale manda il fluido elettrico, e la mano a quella che lo riceve, o non si ottiene l'effetto, o molto più difficilmente, e vi vuole per ottenerlo eguale un Apparato tre in quattro volte più grande: or ella è cosa questa molto rimarcabile che la corrente elettrica ecciti tanto più facilmente la sensazione di dolore sulla pelle o nelle fibre sensibili, e un dolore più pungente e rabbioso ove sorta da essa pelle che ove entri e penetri nella medesima. Da qual parte poi dell'Apparato stia l'Elettricità positiva, o la tendenza a spinger fuori il fluido elettrico, da quale la negativa, o tendenza a tirarlo o riceverlo, si conosce tosto sapendosi quale dei due metalli posti al contatto dà, e quale riceve. Or dunque negli Apparati in cui uno dei metalli è il zinco l'El. pos. è sempre dalla parte verso cui è rivolto esso zinco (Par. fig.) ricevendo egli, come sappiamo, da tutti i metalli, e l'elettricità negativa dalla parte dell'altro metallo, sia rame sia argento, accoppiato al zinco, cui esso rame od argento tende continuamente a dare e dà del fluido elettrico.

Un'altra cosa ancor più rimarcabile, è che se l'Apparato è picciolo e. gr. di 15 o 20 coppie metalliche al più, o la parte in cui vuolsi eccitare il bruciore non molto sensibile e delicata, come la fronte, il dorso della mano ecc. questo bruciore non si sente al momento che vien compito il circolo, nè per qualche tempo; ma solo dopo alcuni minuti secondi comincia a spuntare, e via via crescendo si rende molesto e fino insopportabile. Quando però il bruciore o dolor pun-

Digitized by Google

E. 47 δ.

[delicata] sia poi da tanto di decompor l'acqua in contatto di fili metallici anche non sottilissimi e di occasionare una non tanto lenta calcinazione di questi: di decomporre sì l'acqua a vista d'occhio svolgendone in pochi minuti un gran numero di bolle d'aria prima minute e che compaiono aderenti ad esso filo, poi ingrossando mano mano si spiccano e salgono all'alto.

È cosa molto degna di osservazione, che non si formano già le bolle aeree e la calce metallica egualmente sopra ambedue i bracci del filo... fig.... ma che quello rivolto contro la corrente elettrica e che la riceve è cioè... il primo e per lungo tempo il solo, che si copra di dette bolle; mentre l'altro braccio... che la tramanda, ossia da cui essa corrente sorte, mostrasi invece attorniato da un velo alquanto fosco che par fumo, il qual scende lentamente in lunga striscia, e forma così poco poco sul fondo della tazza un sedimento della stessa calce metallica di cui appare in breve ricoperto anch'esso filo intanto che quello, che si è mostrato carico delle bolle aeree, non si truova che tardi intonacato da poca calce, e questa di un colore diverso da quella dell'altro.

Or dunque a produrre tutto ciò visibilmente, e in tempo non molto lungo mi basta, come dicea, un Apparato di 8 o 10 tazze concatenate a dovere (per mezzo cioè di altrettanti archi metallici terminanti da una parte in un lastra di zinco, e dall'altra in una di rame, le quali peschino ciascuna con una superficie di un pollice quadrato circa nell'acqua di esse tazze, e stiano tutte rivolte nell'istesso senso, come ben s'intende): bastano sei fili metallici su' quali vuolsi sperimentare ancor che siano de' più sottili, ove detta acqua [sia] non salata ma semplice e pura. Che se poi giungano a 20, 25 o 30 le tazze, e molto più se contengono acqua carica di qualche sale, specialmente di sale comune, o meglio di allume, sarà un tal apparato capace, come di dare una scossa elettrica abbastanza forte, estendentesi a tutta la mano ed anche fino al gomito e di eccitare un bruciore vivo ed insopportabile sulla fronte, sul naso ecc. così di occasionare l'indicata decomposizione dell'acqua colla com-

---

gente è già sorto, cessa egli bene ogni volta, che s'interrompa il circolo; ma ripiglia all'istante che questo si compia di nuovo, ripiglia come di slancio, e viene accompagnato, se la parte sottoposta a tali prove è la palpebra, il naso, la fronte, o qualunque altra del volto, da una sensazione nell'occhio di un chiaror passaggiero qual lampo. Che se poi l'Apparato è grande ben in ordine, e quindi è molto attivo, es. gr. di 40, 50 o più coppie metalliche, allora sentesi tosto il bruciore nelle parti delicate, e all'istante medesimo che compiesi il circolo, anche se la lamina stiavi applicata alla pelle con superficie un poco larga, sentonsi ad ogni volta come delle morsicature rabbiose, massime se la lamina procede dalla parte negativa dell'Apparato, l'azion della quale giova pure il ripeterlo, è molto più efficace sui nostri sensi, che quella della parte positiva, all'opposto di quello che si sarebbe creduto prima di farne la prova.

Digitized by Google

parsa delle bolle aeree e in un la calcinazione d'uno o più fili metallici.... molto più celere e cospicua: decomposizione e calcinazione manifeste a segno, che, essendo detti fili (vedi fig. .....) grossi anche più di ½ linea e tuffati per più di un pollice, presenteranno tosto all'occhio, gli uni, ossia i bracci *c.c.c.* rivolti contro la corrente elettrica, una copia grandissima di bolle d'aria, molto aderenti al filo medesimo ed ingrossantisi mano mano, e molte minutissime salienti all'alto di continuo in lunghe e spesse righe; gli altri *d.d.d.* rivolti all'opposto, e da cui sorte la corrente, la sopra indicata specie di fumo o nube involgente, e la lunga striscia di calce giù piovente dalla punta ecc.

Veduto che un apparato di 20 in 30 tazzette fa tanto, sol che sia in buon ordine, possiamo ben aspettarci, che componendolo di 40 o 50 in ragione, che divien atto a dare le scosse più forti ad eccitare un più pronto e vivo bruciore nelle parti sensibili, e ad innalzare l'Elettrometro a paglie anche senza l'ajuto del Condensatore, a circa 1 grado, come già vedemmo e con quell'ajuto a molti gradi, e a far vedere benanche la scintilla, promoverà del pari con maggior efficacia li già descritti effetti chimici. Osservasi infatti, che la comparsa della calce metallica da una parte e delle bolle d'aria dall'altra è assai più pronta e abbondante anche per fili o lastrette di circa 1 linea di larghezza.

Oltre l'ingrossare a vista d'occhio le bolle aderenti, e spiccarsene tratto tratto alcune delle più grandi, infinite sono le minute, che montano in folla; il qual profluvio incessante di bollicine presenta pure un vago spettacolo, massime se contemplisi con una lente. La copia poi della calce, che va formandosi, non già d'attorno ai fili, ossia bracci de' fili metallici *c c c* cui circondano le tante bolle, i quali anzi ben poca ne forniscono, e niente o quasi sul principio, come ho già fatto osservare, bensì intorno agli altri bracci *d d d*, che niuna bolla presentano sulle prime, e in progresso sol poche e rare, la copia, dico, di calce fornita da questi è tanto abbondante, che in breve d'ora mostransi essi tutti ricoperti di grossi fiocchi della medesima (ciò osservasi singolarmente ne' fili d'argento, di rame, e di ottone), oltre ad una quantità che si raccoglie a forma di sedimento in fondo alle rispettive tazzette, e vi occupa a capo di alcune ore l'altezza di due, tre linee, e più ancora.

Egli è però rimarcabile, che accrescendo il numero delle tazzette o tubi oltre i 40 o 50, portandolo cioè a 80, 100 ecc. con che crescono a proporzione gli effetti di un sì grande Apparato tanto sull'Elettrometro, quanto sui nostri sensi, innalzandosi quello di circa 2 gradi a dirittura, cioè senza l'ajuto del Condensatore, e risentendosi questi sia per la scossa, sia per il bruciore alla pelle ecc. a un segno di divenirne le prove affatto insopportabili; non aumentino del pari i sopradescritti effetti chimici della decomposizione cioè dell'acqua, e della ossidazione di fili metallici. Mi è parso anzi talvolta, che scemassero,

Digitized by Google

non essendo molto ben in ordine le cose, abbenchè le commozioni che dava tal Apparato di 80 o più tazzette, fossero notabilmente più forti che quelle di uno di 40, il quale riusciva invece meglio per gli anzidetti fenomeni chimici.

Riguardo all'apparecchio secondario adattato per tali calcinazioni metalliche e per raccoglierne l'aria proveniente dalla decomposizione dell'acqua, vi descriverò quello che adopero più comunemente, e che per essere adattato ad una varietà di sperienze, e poter servire comodamente a molte simultanee, è ancora abbastanza semplice.

da E 47 γ.

La figura qui annessa lo presenta nelle bottiglie B B B B coi pezzi loro aggiunti come pure presenta nel resto del circolo ossia serie di bicchieri A A A A A l'apparato primario movente l'elettricità, a quello unito, riguardo al quale Apparato primario $\frac{\text{permettetemi}}{\text{stimo}}$ pur bene di accennare qui di passaggio e ricordarvi alcune cose consentanee ai miei principij e a ciò che già vi scriveva nelle lettere in cui vi diedi una più ampia descrizione sì di questo a tazze, che dell'altro apparato a colonna.

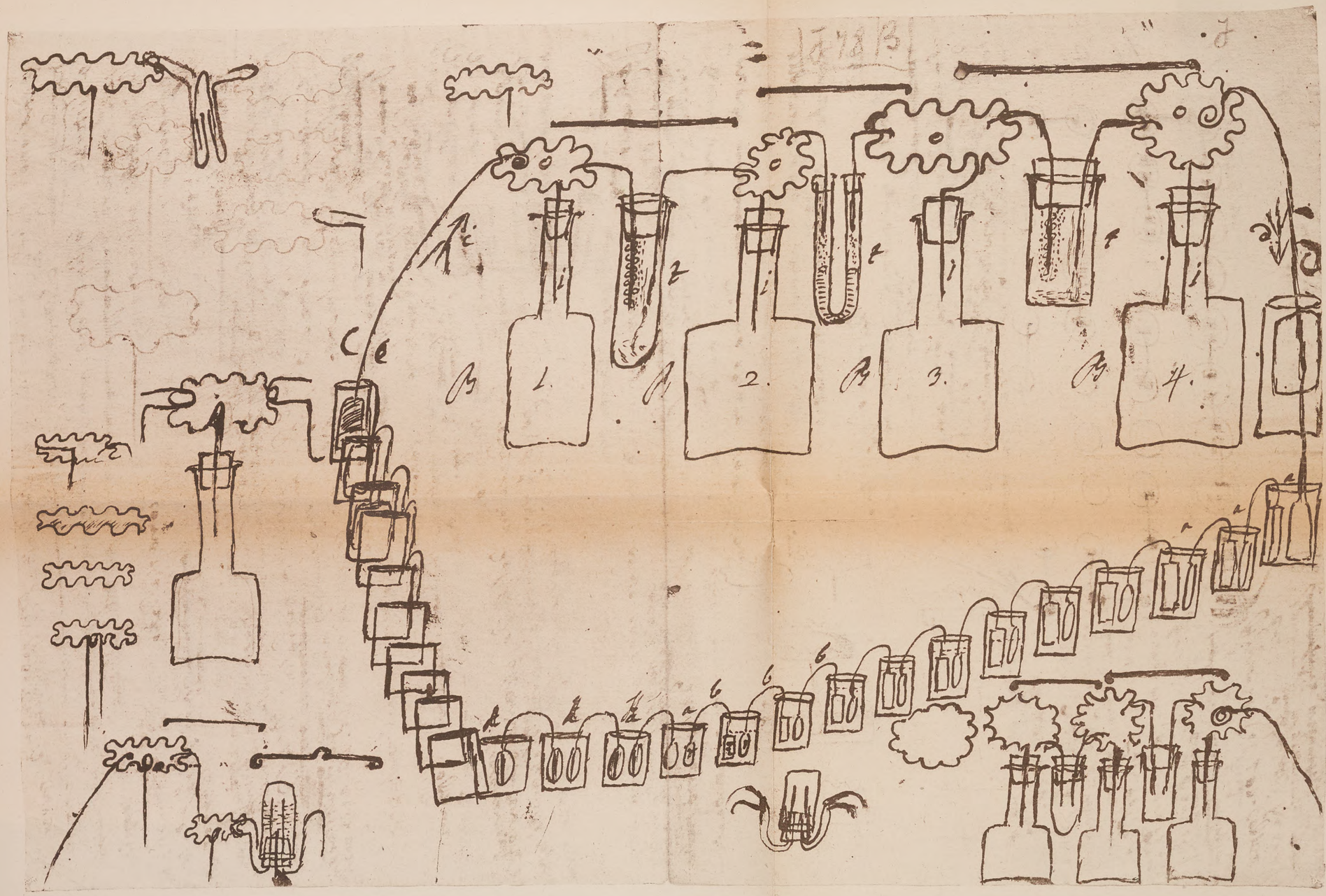
A A A ecc. sono dunque i bicchierini contenenti l'acqua salata, e comunicanti per mezzo degli archetti metallici b b b..., ciascuno dei quali ha saldato alle due estremità le rispettive lastrette di rame, e di zinco, r r r r... z z z: finalmente C D sono due grossi fili metallici, che comunicano ampiamente e liberamente uno colla prima, l'altro coll'ultima tazza più grandi degli intermedj bicchieri, e sono destinati a stabilire o togliere a volontà le comunicazioni co' pezzi dell'apparecchio secondario.

Quest'è dunque l'Apparato motore, che chiamo a corona di tazze, il quale secondo i medesimi principj di quello a colonna, da cui non differisce già sostanzialmente ma solo per la forma, spinge continuamente il fluido elettrico da un capo all'altro di tal corona nella direzione indicata dalle freccie *c d*, tendendo a diradarlo, e diradandolo infatti dalla parte *C*, *c* e massime all'estremità, e accumulandolo verso l'altra estremità D, d, con tanto maggior forza, quanto la serie dei bicchieri così concatenati è più numerosa, giacchè a ciascun contatto dei metalli diversi si aggiunge un impulso al fluido elettrico cosicchè se arrivano a 50 può innalzare a dirittura il mio elettrometro a paglie sottili ad un grado, cioè far divergere quelle di una mezza linea ecc. come vi ho fatto già osservare; il quale produce una corrente continuata se con altri conduttori, si compisca il circolo; dà una scossa proporzionata a tal forza, ed alla più o men perfetta comunicazione, se i conduttori che compiono il circolo siano le braccia, od altre parti del corpo suscettibili di convulsione; cagiona

Digitized by Google

Brano di una minuta di lettera al Landriani, importante per le figure disegnatevi dal Volta (N. XXIX da Cart. Volt. J. 78).

Digitized by Google



THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

un più o men forte bruciore sulla pelle delle parti sensibili se continui il contatto; ed eccita infine negli organi del gusto, della vista, e dell'udito, delle sensazioni proprie a ciascuno di questi sensi, di sapore cioè, di luce, e di suono, intorno ai quali effetti tutti sopra i corpi viventi intieri, e loro diversi organi, e sopra i membri e parti recise, in cui trovasi ancora superstite qualche vitalità quando crederebbesi altrimenti affatto estinta, ho scoperto de' fenomeni affatto curiosi, e molto interessanti l'economia animale; de' quali vi tratterò qualche altra volta.

Or questo medesimo Apparato oltre tali e tanti fenomeni semplicemente elettrici ed altri elettrico-fisiologici, ne presenta ora di elettrico-chimici non meno sorprendenti, come si sono da noi già considerati per ottenere, ed esaminare i quali possono congegnarsi in diversa maniera i pezzi di quello che chiamo apparecchio secondario; ma io ho prescelto quello, che dietro la stessa figura passo senza altro a più particolarmente descrivervi.

B B B B sono quattro bottiglie di vetro (possono servire egualmente de' portanti di legno a foggia di candelieri) co' loro turaccioli di sughero; in ciascuno de' quali s'impianta in modo da poter alzarsi ed abbassarsi a volontà un grosso filo d'ottone, o di rame inargentato, il quale ripiegato nella parte superiore orizzontalmente in circolo, ed increspato a guisa di onde o denti presenta una specie di corona *o o o o*.

Fra le bottiglie 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4, sono sospese le boccette o tubi *t t t* pieni d'acqua pura, in cui pescano i fili metallici che voglionsi sottoporre alla calcinazione. Questi fili o attraversano il turacciolo di sughero e si prolungano fuori tanto da formare de' bracci, con cui posare sopra le rispettive corone, nicchiandosi in qualcuno de' cavi, ossia tra due denti; oppure ciò che è in molti casi più comodo, questi bracci sono di un altro grosso filo schiacciato in testa, e conficcato stabilmente in esso turacciolo fino a traforarlo appena, senza punto sopravanzare nell'interno del tubo; e i fili o lastrette sottili da calcinarsi, e da cambiarsi quando si vuole, entrano da questa parte negli stessi fori di detto filo schiacciato e fisso, e strisciano con pressione al lungo d'esso per avervi una sicura comunicazione.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXX.

AUX RÉDACTEURS DE LA BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE

ALEXANDRE VOLTA

.... lu par l'auteur à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève .... dans la séance du 27e ventose (18 *mars* 1802).

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Bib. Brit. t. XIX (an X, 1802), scienze ed arti, pg. 274, e 339. Ant. Coll. T. II, p. II, pg. 231.	Cart. Volt.: E 58, J 66, J 80, L 25, L 26.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Bib. Brit.
DATA: da Bib. Brit.

L 25. Minuta completa.
L 26. Minuta più curata della seconda parte.
E 58 e J 66. Sono due brani scritti in francese che pare si colleghino materialmente e costituiscono parte della minuta d'una lettera ad uno scienziato straniero sullo stesso argomento.
J 80 è il principio della minuta di una lettera (probabilmente destinata al Brugnatelli perchè ricorda pubblicazioni affidate al suo giornale) nella quale il V. accenna pure alla costruzione di pile ad un solo metallo e di pile a soli conduttori di seconda classe, coerentemente alle sue antiche idee sui contatti eterogenei.

Digitized by Google

I Redattori della Bibliothèque Britannique posero in calce alla pag. 274 di Bib. Brit., t. XIX (an 10) la nota seguente: « Cet écrit à été lu par l'auteur à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dont il est associé honoraire dans la séance du 27e ventose (18 mars). Son séjour accidentel dans notre ville (ou il est venu retablir sa santé, fort altérée a Lyon), en procurant à ses nombreux amis la satisfaction de le revoir, donne aussi à nos lecteurs l'avantage de trouver dans un même cahier de notre Recueil, la *duplique* et la *réplique* d'un procès dont la décision leur est portée ».

In ordine di tempo e di argomento a questa lettera segue la lettera ad uno dei direttori degli Annales de Chimie, assegnabili all'anno 1805 (Cart. Volt. E 57).

Digitized by Google

AUX RÉDACTEURS

DE LA

BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE [1]

Pour répondre à votre invitation, je vous adresse mes observations sur l'article du *Journal de Nicholson*, que vous m'avez communiqué avec quelques autres écrits où se trouvent différentes objections à ma théorie des phénomènes galvaniques, que je crois avoir assez démontré être des véritables et simples effets d'une électricité mue par le contact mutuel des métaux differens, dont sont composés mes appareils, bien plus que par le contact de ces mêmes métaux avec les substances humides interposées entre chaque paire. Comme je me proposois de refuter l'opinion contraire, qui attribuoit tout, ou presque tout, à l'action des fluides sur les métaux, opinion, qui avoit prévalu parmi les Physiciens, et les Chimistes sur tout, j'ai beaucoup insisté dans mes derniers Mémoires sur cette électricité qui provient du con-

[1] *In Bib. Brit. T. XIX pag.* 270 *trovasi la seguente lettera della quale il contenuto di questo numero è appunto la risposta del* VOLTA. [*Nota della Comm.*]

Électricité Voltaïque.

Observations, etc. — Observations sur la théorie exposée par le Professeur Volta, dans un Mémoire inséré dans le *Journal de Physique de Vendémiaire an X.* Par W. Nicholson.

On trouve dans l'excellent Journal de Mr. Nicholson (cahier de Février) à la suite de la traduction du Mémoire publié par le Professeur VOLTA dans le Journal de Physique de La Métherie, et dans lequel il a exposé sa lumineuse théorie des effets improprement appelés *galvaniques;* on trouve, disons nous, des observations du Rédacteur Anglais, qui tendroient à prouver que cette explication est insuffisante. Nous avons fait part de ces objections au célèbre auteur de cette théorie, en l'invitant à y répondre. On trouvera sa réponse à la suite des objections de Nicholson, que nous allons traduire.

« Mr. VOLTA et plusieurs Physiciens Francais, penseront sans doute, en considérant les faits avec plus de maturité, qu'ils ont agi avec trop de précipitation en concluant que l'énergie

Digitized by Google

tact des métaux differens; en soutenant et demontrant que, dans les appareils, tant à colonne qu'à couronne de tasses (comme je les appelle) le fluide électrique étoit mu avec la même force à-peu-près, soit que les couches séparatrices fussent d'eau pure, ou d'eau salée. Puisqu'il est de fait, que la qualité de l'électricité, savoir positive ou négative, et par là la direction du courant, reste toujours celle qui est déterminée par le contact mutuel des métaux differens, et que le degré ou tension de cette électricité démeure le même aussi, si non précisément, du moins à peu de chose près, soit que les couches humides soient de l'eau pure ou de l'eau salée.

électrique étoit l'agent unique dans les phénomènes de la pile, et que les liquides n'ont d'autre fonction que celle de conducteurs. C'est sans doute à la difficulté des communications qu'on doit attribuer l'apparition tardive du dernier numéro de mon Journal en France. Sans cette circonstance, le savant auteur de ce Mémoire auroit trouvé dans le cahier dont je parle, une objection péremptoire à cette partie de sa théorie qui donne tout au métal et rien aux fluides, dans la pile galvanique de Mr. DAVY, composée d'un seul métal, mais avec des couches alternantes de fluides différens; comme par exemple; métal, drap trempé dans l'acide nitreux, drap trempé dans l'eau, drap trempé dans du sulfure de potasse; puis le même métal, l'acide nitreux, l'eau, et le sulfure; ensuite le métal, etc., ou, si l'on se sert d'une auge, la séparation entre l'acide et le sulfure peut être moyennée par une plaque de corne, et les deux liquides peuvent être mis en communication par des bandes de papier humecté, mises à califourchon sur le bord de la corne, et plongeant de part et d'autre dans les deux liquides qu'elles séparent; cette disposition fait communiquer les liquides sans qu'ils se mêlent, parce que l'eau est plus légère que l'un et l'autre. Les metaux essayés séparément et avec succès, ont été l'argent, le cuivre, le zinc et le plomb ».

« J'ajouterai à ce qui vient d'être dit, une expérience du même Physicien, qui ne tend pas moins à prouver l'action directe du liquide dans cet appareil; savoir qu'on peut déterminer dans la pile formée de deux métaux, le mouvement du fluide électrique à volonté, dans un sens ou dans l'autre, selon la nature du liquide interposé. Si l'on construit à la manière ordinaire une pile de cuivre et de fer, séparés par de l'eau, le fer devient électrisé en plus, et le cuivre en moins; mais si l'on construit la même pile, ou une pile semblable, en substituant à l'eau du sulfure de potasse, le fer devient négatif et le cuivre positif. Dans le premier cas, le fer est oxidé; dans le second, il ne l'est point, et le cuivre le devient; et il est même probablement sulfuré ».

« Enfin, voici encore un exemple de l'influence particulière du liquide autrement que comme conducteur; c'est le cas dans lequel on emploie le charbon comme substance solide, et où la condition essentielle n'est que l'usage de deux liquides différens ».

« Comme nous savons par les expériences de DE SAUSSURE et d'autres physiciens, que les changemens chimiques troublent l'équilibre de l'électricité, ces changemens ayant certainement lieu dans la pile, il paroît au moins probable que l'action chimique a une influence principale dans l'appareil. Quant au principe des électro-moteurs de VOLTA, je dois observer que BENNET avoit fait plusieurs expériences directes d'application de métaux différens, les uns aux autres, par contact simple ou double, au plateau du doubleur d'électricité, et que ces contacts produisoient toujours des phénomènes d'une électricité qu'il appeloit adhésive. Ces expériences ont été publiées en 1789 dans l'ouvrage qu'il intitula « *Nouvelles Expériences sur l'Electricité* (1)

(1) *New experiments on Electricity.*

Digitized by Google

Comme cela a pu faire croire, que je n'accordois aucun pouvoir ou action sur le fluide électrique à aucun conducteur humide mis en contact avec des conducteurs métalliques, je ferais remarquer pour detromper ceux qui m'ont mal compris, qu'au contraire je n'ai jamais attribué aux métaux exclusivement la faculté d'inciter le fluide électrique par leur contact mutuel, lorsqu'ils sont de differentes espèces, ayant reconnu, et prouvé par un grand nombre d'expériences directes, que cette faculté appartenoit, sans exception, à tous les conducteurs; et que si elle étoit en général plus marquée entre les métaux, elle ne laissoit pas que de se manifester aussi dans le contact d'un métal, ou conducteur de première classe (comme j'appellois les métaux et le charbon) avec un de la seconde, ou conducteur humide.

Cette assertion se trouve répétée bien de fois dans plusieurs de mes Mémoires, dès l'année 1794, jusques à 1798; nommément dans mes lettres à VASSALLI, à GREN, à ALDINI, publiées dans les *Annali di Chimica* du Prof. BRUGNATELLI de Pavie. Ces expériences, qui la prouvent de plusieurs manières y sont aussi décrites amplement. C'est principalement dans la première lettre, à GREN de 1796, qui fut aussi imprimée dans son Journal Allemand (*Neues Journal der Physik. IV.* Band 1797) que j'établis ce principe de l'action motrice sur le fluide électrique, qu'exercent par le simple contact mutuel. 1° Les conducteurs de première classe, ou metalliques (bien entendu que ce contact se fasse entre deux de différente espèce). 2° Un conducteur de première classe avec un de la seconde, ou conducteur humide. 3° Même deux de cette dernière classe bien différens entr'eux: J'établis, dis-je, ce principe d'après l'expérience et de nombreux essais que j'avois faits; et je montre comment, pour déterminer un courant électrique dans un cercle conducteur, il faut que ce cercle soit formé au moins de trois de ces conducteurs différens; soit deux de la première classe différens entr'eux, et un quelconque de la seconde; soit deux de la seconde aussi différens, et un de la première; soit enfin trois, tous de la seconde classe, et tous différens (*a*).

---

page 86 à 102. CAVALLO a fait d'autres expériences sur l'électricité produite par le choc d'un métal qu'on laisse tomber sur un plateau métallique isolé. Ces faits ont été publiés dans le troisième volume de son ouvrage sur l'électricité en 1795. Je ne connois pas la date des expériences de VOLTA, mais je les crois postérieures à celles de BENNET. Ce dernier physicien, de même que CAVALLO, paroît croire que différentes substances ont des attractions ou des capacités différentes pour le fluide électrique. Mais l'hypothèse singulière de *l'électro-motion* ou de l'existence d'un courant perpétuel d'électricité mis en activité par certaines dispositions d'appareil, appartient, je le crois, exclusivement au Prof. VOLTA.

(*a*) Cette combinaison active de conducteurs tous de la seconde classe, m'avoit déjà fait soupçonner que la nature se servoit d'un semblable artifice pour l'électricité de la torpille, comme des autres poissons, qui donnent la secousse. Or, ce qui n'étoit qu'un soupçon dans le temps où je ne connoissois pas encore l'augmentation que reçoit la force électrique par une

Digitized by Google

Pour mieux montrer la chose, et la mettre, pour ainsi dire, sous les yeux, j'ai joint dans cette même lettre plusieurs figures qui représentent dans plusieurs combinaisons de conducteurs des deux classes, variés en nombre et en position, quelles sont celles qui doivent donner lieu au courant électrique, et celles qui ne le doivent pas, les forces en sens contraire se contrebalançant. Or, les figures pour les combinaisons actives plus simples, que j'ai exposées, sont celles-ci, où les conducteurs de première classe sont désignés par des lettres majuscules A et Z, (argent par exemple et zinc) et ceux de la seconde classe par les lettres minuscules *e*, *s* (eau, et solution saline). Ainsi donc, dans la fig. 1, ce sont deux conducteurs de la première classe différens, par exemple argent et zinc, qui se touchent immédiatement, et qui communiquent dans un autre endroit par l'intermède d'un conducteur humide ou de seconde classe; dans la fig. 2 ce sont deux conducteurs de la seconde classe assez différens entr'eux (par exemple eau et sulfure de potasse) qui se touchent, joints en cercle par un métal (par exemp. argent). En termes plus concis: dans la fig. 1 c'est un seul conducteur humide interposé entre deux métaux différens qui complétent le cercle; dans la fig. 2, c'est un seul métal placé entre deux conducteurs différens.

1 2

Tout cela est indiqué dans ma première lettre à GREN, qui fut publiée dans les Journaux Allemands, dans la continuation de cette lettre, et dans une seconde très-longue qui ne parut que dans les *Annali di Chimica* de Pavie, déjà cités, je m'étends encore beaucoup sur ce sujet, et j'y ajoute des éclaircissemens; entr'autres, je m'exprime à-peu-près dans ces termes au § 77 (*b*).

---

construction de plusieurs combinaisons semblables, alternativement disposées, est devenu pour moi une vérité presque démontrée, après l'invention de la pile, à laquelle ressemblent si bien les organes électriques de la torpille. Car ne voit-on pas dans ces organes des lames superposées les unes aux autres, comme dans la pile? La seule différence est que dans la pile ce sont des lames métalliques; dans les organes de la torpille des particules membraneuses etc.; mais il suffit qu'elles soient différentes, et disposées dans l'ordre convenable, pour qu'il en résulte un'appareil électromoteur, aussi bien que par les métaux différens, comme je l'ai avancé.

(*b*) N'ayant pas sous les yeux l'original Italien, je me sers d'une traduction allemande que RICHTER a faite de quelques articles de mon Mémoire, et qu'il a inserée dans une des ses lettres à GILBERT, Rédacteur des *Annalen der Physik*. Cette lettre se trouve dans le 10.me cahier de ce Journal pour l'année 1801.

Digitized by Google

« Je procède à prouver par des expériences directes ce que j'ai déjà avancé « (§ 56) savoir que la faculté que les métaux, ou conducteurs de la première « classe, ont de mettre en mouvement le fluide électrique par leur attouchement « mutuel (bien entendu qu'ils soient de différente espèce), de donner de ce « fluide, ou d'en prendre l'un à l'autre; cette même faculté, ils l'ont aussi « lorsqu'ils sont mis en contact avec des conducteurs humides, ou de seconde « classe: avec la seule différence, que dans ce dernier cas le degré de cette « force, qui se déploie, est communement, lorsque surtout c'est de l'eau simple « ou des humeurs peu différentes de l'eau, que le métal touche, le degré, dis-je, « de cette force est bien moindre, que dans l'autre cas du contact mutuel « des métaux différens ».

« Je dis *communément*, et lorsque les conducteurs de seconde classe « qu'on met en contact des métaux sont de *l'eau simple, ou d'une nature « peu différente de l'eau;* parce que l'action électrique qui se déploie par le « contact de plusieurs solutions salines avec les métaux, principalement de « certains acides avec certains métaux, et des alkalis concentrés avec presque « tous les métaux, est souvent plus forte et plus marquée que celle qui se « déploie par le contact mutuel de deux métaux peu différens entr'eux, comme « le démontrent les expériences que j'ai faites là-dessus, et que j'ai déjà rap- « portées (§ 23 et 24), dans lesquelles une grenouille non complètement pré- « parée, ou autrement peu excitable placée de la manière ordinaire, dans « deux vases d'eau, n'entroit point en convulsion lorsqu'on complétoit le « cercle avec un arc composé de deux de ces métaux peu différens, comme « argent et cuivre, cuivre et fer, etc., tandis qu'elle étoit fortement secouée « en établissant la communication entre les deux verres au moyen d'un « seul métal; par exemple, d'un simple arc de fer, ou d'un purement d'étain, « à une des extrémités duquel j'avois mis une goutte d'eau fortement salée, « une goutte d'acide nitrique, ou d'une solution alkaline » (*c*).

(*b*) Comme je n'avois pas encore trouvé à cette époque le moyen de rendre sensible à l'électromètre commun l'électricité excitée par ces contacts des conducteurs différens, c'étoient les convulsions de la grenouille qui préparée, même imparfaitement, est une espèce d'électromètre incomparablement plus délicat, qui me servoient d'indice de cette électricité extrêmement foibles. Or donc, j'obtenois ces indices en différentes manières, savoir: 1.° Suivant la méthode ordinaire, qui étoit l'application d'un arc fait de deux métaux, soit à différentes parties de la grenouille, soit à d'autres conducteurs humides en communication avec ces parties, de manière à compléter le cercle; 2.° Avec un arc d'un seul métal, dont une extrémité touchoit à un conducteur humide, et l'autre extrémité à un autre aussi humide d'espèce différente, comme dans les expériences dont il est parlé ci-dessus; 3.° Avec une combinaison de conducteurs tous humides, ou de seconde classe, sans aucun qui fût métallique, ou de la première classe: et c'étoit les expériences, où je réussissois à exciter des convulsions dans une grenouille complètement préparée, et très-excitable, par le simple contact d'une de ses jambes avec les nerfs ischia-

Digitized by Google

Il seroit trop long de copier d'autres paragraphes qui contiennent la description détaillée des expériences que j'avois faites, avec une grande variété de liqueurs, combinées à différens métaux. Je dirai seulement que j'avois été frappé de la grande activité du foie de soufre, ou sulfure alkalin, en contact avec l'argent et d'autres métaux, pour donner impulsion au fluide électrique; les effets obtenus étant plus forts que ceux provenant du contact de l'argent avec l'étain, et presqu'aussi forts qu'avec l'argent et le zinc: ce que je fis remarquer.

En voilà assez pour détruire l'objection et le reproche qu'on n'a pas manqué de me faire, comme si j'attribuois exclusivement aux métaux la faculté d'inciter par leur contact mutuel, et mettre en mouvement le fluide électrique. Cependant outre tant d'assertions formelles et de preuves du contraire, c'est-à-dire, que cette même faculté étoit commune à tous les conducteurs en général, de sorte, qu'ils devenoient tous *moteurs* à un degré plus ou moins grand, par leur contact mutuel, pourvu seulement qu'ils fussent différens, outre, dis-je, ces assertions, et ces preuves consignées dans les mémoires déjà cités, j'avois eu soin dans tous les autres mémoires, qui suivirent ceux-là, de ne jamais restreindre l'expression de *moteurs* du fluide électrique aux seuls métaux, mais de les désigner seulement comme les plus propres et les plus actif en général: en effet, au lieu de dire, par exemple, l'impulsion que donnent au fluide électrique par leur contact mutuel les *conducteurs métalliques différens*, j'ai toujours dit les *conducteurs différens, surtout métalliques:* ce qui exprime assez la chose.

Enfin, dans le Mémoire que je lus, au moins de Novembre passé, à l'Institut national de Paris, et qui se trouve inséré dans le N.° 220 des Annales

---

tiques, ou avec les muscles de son dos mis à nud. Il falloit pourtant à l'ordinaire que ce fût la partie tendineuse blanche du genou, qui touchât aux dits nerfs ou muscles, et surtout qu'il se trouvât quelqu'humeur interposée, différente de l'eau, comme du sang, de l'eau salée, ou mieux une goutte de liqueur alkaline. Toutes ces expériences sont décrites au long dans une lettre à VASSALLI, et rappelées dans celles à GREN.

Ainsi donc il étoit bien prouvé, que le fluide électrique est incité et mis en mouvement non-seulement par le contact mutuel des métaux différens, mais aussi par celui des métaux avec les conducteurs humides, et même par le contact de ces derniers entr'eux, s'ils sont différens; que ce fluide est mu avec différens degrés de force, suivant l'espèce des métaux, et l'espèce des conducteurs humides qui se touchent: qu'en général les combinaisons que forment les métaux entr'eux, sont plus actives que celles des métaux avec les conducteurs humides; et celles-ci plus que les combinaisons des seuls conducteurs humides.

Tous ces faits que j'avois prouvés par des expériences multipliées sur la grenouille avant que je fusse arrivé à obtenir des signes sensibles à l'électromètre, ont été confirmés avec plusieurs autres points de ma théorie, lorsque je suis parvenu à obtenir ces signes. 1.° par le contact mutuel de deux métaux; 2.° par celui d'un métal avec un conducteur humide; 3.° par le contact de deux de ces derniers différens entr'eux. Voyez mes lettres à GREN et à ALDINI.

Digitized by Google

de Chimie, je crus à propos de m'expliquer encore une fois clairement, et de rappeler mes anciennes expériences sur ce sujet: voici ce que je dis au § 12.

« Mais le fluide électrique ne reçoit-il aucune impulsion du contact im-« médiat d'un métal avec un conducteur humide? J'ai prouvé l'affirmative « par beaucoup d'autres expériences, rapportées dans les lettres dont j'ai « déjà parlé. Cependant cette impulsion est si foible, lorsqu'on n'emploie que « l'eau pure ou salée, qu'on ne peut la mettre en parallèle avec celle qui pro-« vient de la communication des métaux bien différens, tels que le zinc avec « l'argent ou le cuivre: à l'exception de quelques acides concentrés, de quelques « liqueurs alkalines, des sulfures alkalins etc., qui impriment par leur contact « avec divers métaux une impulsion très-sensible ».

D'après ce que je viens d'exposer, on voit que la construction d'un appareil électromoteur (qu'on veut encore appeller galvanique) en employant un seul métal entre deux liqueurs différentes, comme Mr. DAVY l'a heureusement exécutée, bien loin de former une objection à ma théorie, en est une confirmation; que cette construction est tout-a-fait dans mes principes, et quelle se rapporte à la figure 2, (voyez les fig. ci-dessus), comme la construction de l'autre appareil que j'ai inventé et mis en vogue, où il entre deux métaux et un seul conducteur humide, se rapporte à la fig. 1. Ces appareils en effet ne sont autre chose l'un et l'autre qu'une addition ou série continuelle, et régulière de plusieurs de ces combinaisons simples, représentées par les dites figures. Aussi me suis-je beaucoup réjoui en apprenant cette réussite de Mr. DAVY avec un seul métal et deux liquides différens.

Au reste, si je me suis tenu dans mes appareils, soit à colonne, soit à couronne de tasses, à la construction de deux métaux et un conducteur humide, c'est d'abord que je l'ai vue infiniment plus commode que l'autre des deux liquides et un seul métal. En second lieu, parce qu'il m'a paru très-difficile de pouvoir tenir confinés à leur place les deux liquides, qui d'ailleurs devoient se toucher, sans qu'ils se confondissent ensemble. C'est par cette raison sur-tout que j'ai fait très peu d'essais de ce genre, et que je n'eus aucun succès. Mr. DAVY au contraire, y à réussi avec différens appareils et particulièrement avec un tout-à-fait semblable au mien à couronne de tasses; et qui n'en diffère que par l'article d'un seul métal communiquant à deux liquides différens, d'après la fig. 2, au lieu de deux métaux et un seul liquide, suivant la fig. 1. Il a réussi en employant pour un des liquides l'acide nitrique concentré, ou mieux le sulfure de potasse, que j'avois trouvé aussi dans mes anciennes expériences des combinaisons simples être parmi les conducteurs humides, ou de seconde classe, l'un des meilleurs moteurs, comme j'ai déjà dit; et afin d'empêcher le mélange, pour un certain temps au moins, il lui a suffi de faire communiquer la liqueur d'une tasse avec celle de l'autre, par l'entremise d'un carton ou drap mouillé d'eau. Cet heureux expédient a valu à Mr. DAVY la réussite

Digitized by Google

d'un appareil composé, assez actif pour donner la commotion, avec un seul métal.

Je ne conçois pas comment on pourroit regarder celà comme une grande objection à ma théorie, tandis que, comme je l'ai déjà dit et montré, c'est une chose tout-à-fait conforme à mes principes et à mes expériences. Oui: ce seroit *une forte objection* (comme s'exprime Mr. NICHOLSON dans son Journal) *à cette partie de ma théorie qui attribue tout aux métaux, et rien aux fluides*, si effectivement je soutenois celà; mais on a dû voir, que mon opinion fondée sur mes propres expériences, est depuis long-temps bien différente: on l'a dû voir, et on ne pouvoit pas se le dissimuler; les Mémoires étoient imprimés où je me suis exprimé là-dessus assez clairement. Or comme Mr. NICHOLSON dit qu'on ignoroit probablement sur le Continent, à cause des corréspondences interrompues, les expériences et découvertes faites dernièrement en Angleterre, je puis dire de même qu'on ignoroit en Angleterre celles que nous avions faites il y a quelques années.

Je conçois encore moins qu'on fasse tant valoir la substitution du charbon de bois au métal dans l'appareil dont il s'agit, et comment on m'objecte celà encore; tandis qu'il y a long-temps qu'il est connu que le charbon se comporte à tous égards comme les métaux, en qualité et de conducteur, et de moteur d'électricité. C'est moi, qui le découvris et l'annonçai en 1793. (V. *Annali di Chimica*); savoir, que le charbon, reconnu déjà pour un bon conducteur, étoit aussi un excellent *moteur* d'électricité par son contact avec les métaux, surtout avec l'étain et le zinc; et qu'il tenoit une place près de l'argent, qu'il dévançoit même. Depuis ce temps j'ai toujours compris le charbon, comme aussi la plombagine, parmi les conducteurs de première classe, les *conducteurs secs*; classe que j'appelle aussi des *conducteurs métalliques*, parce que la plupart le sont (*d*); mais j'ai souvent averti, que le charbon y est compris; et dans un de mes Mémoires, où j'ai tracé une espèce d'échelle de ces conducteurs, suivant qu'ils poussent le fluide électrique l'un dans l'autre, je l'ai justement placé au-dessous de l'argent, et de l'or.

Mr. NICHOLSON objecte encore aux physiciens d'avoir été trop *précipités* à admettre d'après ma théorie, que l'électricité soit le seul agent dans les phénomènes galvaniques, la seule cause efficiente de ces phénomènes. Il auroit fallu attendre, j'ajouterai, qu'on fût parvenu à produire tous les effets propres à la pile, avec l'électricité ordinaire des machines. Eh bien: que dira-t-il à présent qu'on les a effectivement obtenus; et avec une électricité élevée à ce même degré qui se manifeste dans la pile, etc.? Je me rapporte en celà

(*d*) L'oxide noir de Manganèse y appartient, et il est beaucoup plus puissante que l'argent et le charbon même pour pousser le fluide électrique dans les autres métaux, sourtout dans le zinc.

Digitized by Google

à des expériences faites justement en Angleterre, qu'il doit connoître; et à celles exécutées en grand en Hollande par mon ami le Dr. VAN-MARUM. Que dira-t-il, si non qu'il est tenu de se rendre à l'évidence?

On a fait, et on continue de faire d'autres objections à ma théorie. Ce ne sont pas, dit-on, des phénomènes purement électriques que présente la pile: le développement du gaz hydrogène d'un côté, et de l'oxigène de l'autre; l'oxidation des métaux; la production d'un acide (l'acide nitrique à ce qu'il paroît) du côté de l'oxigène, et d'un alkali (l'ammoniaque) du côté de l'hydrogène, etc., ces faits semblent être propres seulement à cette classe d'appareils. D'ailleurs, cette oxidation paroît être plutôt cause qu'effet de l'action galvanique, ou contribuer au moins beaucoup à son énergie.

Je réponds premièrement, que dès que tous ces effets de la pile ont pu être produits et imités exactement par l'électricité ordinaire, il ne doit plus y avoir de difficulté à les attribuer à l'électricité qui se manifeste dans la pile elle-même au degré suffisant pour les produire, eu égard surtout à son action continuelle. En second lieu, que l'oxidation est en partie indépendante de l'action galvanique, ou pour mieux dire électrique; car elle est l'effet chimique ordinaire de tel ou tel fluide sur tel ou tel métal: elle en dépend aussi en partie, en tant que le courant électrique modifie singulièrement cette oxidation, en l'augmentant beaucoup dans le métal d'où le courant sort pour passer dans l'eau ou tout autre liquide oxidant, et en la diminuant ou supprimant tout-à-fait dans le métal où le courant électrique entre, et où le gaz hydrogène se développe. Ainsi donc, le courant électrique exerce une action oxidante, et une désoxidante, suivant qu'il passe d'un métal dans un liquide, ou du liquide dans le métal; mais cette action n'est nullement la cause du courant, elle n'en est que l'effet.

Je sais bien qu'il y a des apparences contraires qui ont pu en imposer: on a observé qu'en général, plus l'un des métaux est oxidable (le zinc en effet est à cet égard en première ligne) et plus le liquide qui le touche est oxidant, et plus aussi la commotion que donne la pile est forte, et plus le développement des bulles d'air autour des fils, qui plongent dans l'eau et font partie de l'arc conducteur, est prompt. Mais il faut observer que ces effets, je veux dire ce développement des gaz, et surtout la commotion, tiennent non seulement à la force ou charge d'électricité; mais aussi à la qualité plus ou moins perméable des conducteurs du courant électrique. Or ce courant est toujours fort retardé si les conducteurs métalliques sont interrompus par d'autres non-métalliques infiniment moins bons qu'eux, et cette disposition a lieu dans la pile. Ce même courant est beaucoup plus retardé par l'eau simple que par les solutions salines, qui ne sont pas à beaucoup près si mauvais conducteurs qu'elle, ainsi que des expériences directes l'ont prouvé. Voilà pourquoi en imbibant de ces humeurs salines les cartons de la pile on a des commotions

Digitized by Google

beaucoup plus fortes par le même nombre de couples métalliques, et par le même degré de tension électrique de la pile, qu'en les trempant d'eau pure: on a, dis-je de beaucoup plus fortes commotions, indépendamment de l'action chimique de ces liqueurs salines.

Parmi un grand nombre d'expériences qui prouvent mon assertion, il y en a une que j'ai rapportée dans un de mes derniers Mémoires; (celui que je lus à l'Institut national de Paris): dans cette expérience, un appareil à couronne de tasses donnoit à l'électromètre à peu-près le même degré d'électricité lorsqu'il n'y avoit dans les tasses que de l'eau pure, que lorsqu'il y avoit de l'eau salée; tandis que la commotion étoit incomparablement moins forte avec l'eau simple. Or l'électromètre est bien un meilleur juge de la force électrique, c'est-à-dire, il nous fournit une mesure bien plus fidèle, et bien plus exacte de cette force que la commotion, laquelle dépendant en grande partie de circonstances accessoires, et surtout de la bonté de l'arc conducteur, n'est souvent qu'un signe très-équivoque, et jamais une mesure précise.

Une autre expérience bien démonstrative, que je propose ici, est de charger une très-grande bouteille de Leyde, à un degré très-foible, au point seulement qu'elle puisse donner une médiocre secousse jusqu'au coude lorsque d'une main mouillée on tiendra l'extérieur de la bouteille, et que de l'autre, également mouillée et armée d'un conducteur métallique un peu volumineux, on touchera le crochet de cette même bouteille. Après avoir bien remarqué la force et l'étendue de la commotion lorsqu'on décharge la bouteille de cette manière, essayez de décharger cette même bouteille, chargée précisement au même degré, en substituant au conducteur métallique tenu dans la main une pile avec les cartons humectés d'eau pure, et une autre fois une pile du même nombre de pièces mais dont les cartons soient imbibés d'une bonne solution saline: vous éprouverez une commotion très-foible lorsque la pile à l'eau servira d'arc conducteur, et une beaucoup moins foible lorsque vous employerez la pile à l'eau salée; et celle-ci sera encore considérablement inférieure à la commotion obtenue par l'intermède du conducteur métallique pur.

Ainsi donc les interpolations des couches humides aux couples métalliques, soit dans les piles, soit dans les appareils à couronne de tasses, sont, surtout lorsque le liquide est de l'eau pure, des obstacles très-considérables à la rapidité du courant électrique, qui sans ces entraves seroit beaucoup plus grande. On diminue ces obstacles suivant que les liquides choisis sont des conducteurs moins imparfaits, et qu'ils s'appliquent mieux au contact du métal: et par cette raison probablement ceux qui attaquent le métal même et s'appliquent ainsi de bien plus près à sa surface, réussissent le mieux. On les diminue encore, ces obstacles, à mesure qu'on donne plus d'étendue au contact de la substance humide avec le métal. Cela explique l'avantage des grande plaques qui serrent entre elles des disques humides aussi grands.

Digitized by Google

Cependant les appareils ou piles à grandes plaques, qui brûlent si aisément le fil de fer et fondent d'autres fils métalliques, ne donnent pas des commotions sensiblement plus fortes que les piles étroites, à nombre égal de plaques, de même qu'elles n'élèvent pas l'électromètre à un plus haut degré de tension. Ce dernier fait s'entend facilement: mais, que la commotion provenant d'une pile qui a la force de fondre des fils métalliques soit moderée et supportable, celà paroit bien surprenant, et difficile à expliquer. Cependant on le comprendra assez si on réflechit que le corps même de l'homme retarde beaucoup, comme mauvais conducteur, le courant électrique mû avec une foible tension, comme l'est toujours celle de la pile. On a des preuves de ce retard par d'autres expériences analogues; en tirant la commotion d'une grande bouteille de Leyde foiblement chargée, ou d'un de mes appareils, avec une chaîne de personnes qui se tiennent réciproquement serrées par leurs mains humectées, on trouve que cette commotion s'affoiblit beaucoup pour chaque personne qui s'ajoute successivement à la chaîne. Avec deux personnes seulement elle est déjà considérablement moins forte qu'avec une seule; d'où l'on peut juger que même une seule personne retarde déjà beaucoup le courant électrique par l'obstacle que lui oppose le corps humain à traverser.

Cet obstacle a tant d'influence, que si dans l'expérience des grandes plaques disposées pour fondre et brûler le fil de fer, ce fil, au lieu de communiquer immédiatement avec la base de la pile, communique avec elle moyennant une personne qui la tienne dans sa main, ou autrement, on ne réussit plus à fondre, pas même sa pointe; tandis que, par une communication immédiate, on en fondroit plusieurs lignes etc.

Concluons que tous les conducteurs humides, ou de seconde classe, sont des conducteurs très-imparfaits; mais que l'eau tenant en dissolution d'autres substances, et surtout des sels, est un conducteur beaucoup moins imparfait que l'eau pure. Mr. CAVENDISH, dans un excellent Mémoire dans lequel il ramène tous les phénomènes de la torpille aux lois de l'électricité, (Trans. Phil. 1775) estime, d'après certaines expériences, que l'eau est 400 millions de fois moins conductrice que les métaux.

Concluons que si on obtient des commotions, et d'autres effets beaucoup plus forts lorsque les couches humides de l'appareil électro-moteur sont des solutions salines, que lorsqu'elles sont de l'eau pure, ce n'est pas qu'elles augmentent réellement la force électrique: si quelquefois elles l'accroissent un peu, d'autre fois aussi elles la diminuent, suivant que l'impulsion que leur contact avec les métaux produit sur le fluide électrique, (impulsion ordinairement foible mais réelle cependant, ainsi que je l'ai montré plus haut) favorise ou contrarie le courant électrique déterminé par le contact mutuel des métaux différens dont est composé l'appareil. Ce n'est pas, dis-je, que ces solutions salines contribuent beaucoup à exciter le fluide électrique,

Digitized by Google

et à le pousser dans la direction que prend son courant, en un mot, à augmenter la force ou tension électrique; bien moins, dirai-je, qu'elles soient la principale cause de cette électricité; mais c'est plutôt parce qu'elles opposent moins de résistance, en leur qualité de conducteurs moins imparfaits, à ce courant déterminé par le contact mutuel des métaux différens: c'est, en un mot qu'elles le laissent passer plus librement.

Au reste ce ne sont pas toujours les liquides les plus oxidans qui donnent lieu aux plus fortes commotions: et, en général, si on compare bien, je ne dis pas les effets sur l'électromètre, mais même les commotions (qui sont d'ailleurs des signes si équivoques), on ne remarquera pas ce rapport entre la vertu oxidante des liqueurs employées dans l'appareil, ou pour mieux dire, entre le procédé d'oxidation qui a lieu, et la force de la commotion. Par exemple, la potasse liquide n'est pas un fluide plus oxidant, il n'attaque pas plus les métaux, et en particulier le zinc, que ne le fait l'eau pure; et cependant si les cartons de la pile sont imbibés de cette liqueur alkaline au lieu d'eau, la commotion qu'on reçoit dans ce cas est beaucoup plus forte, et prèsque égale à celle qui auroit lieu s'ils étoient imprégnés d'eau salée ou acidulée. La potasse liquide n'est pas une substance plus oxidante, mais elle est un beaucoup meilleur conducteur que l'eau: voilà pourquoi elle permet, je m'exprime ainsi, une commotion beaucoup plus forte. Tout dépend donc, sous le rapport de la commotion plus ou moins forte, et du plus ou moins prompt développement des gas autour des fils métalliques plongés dans l'eau, et qui font partie du cercle, tout dépend, dis-je, ou prèsque tout, sous ces deux points de vue, de la faculté conductrice des liquides interposés; faculté qui varie beaucoup pour les différentes solutions salines.

Encore un mot sur ce que plusieurs physiciens croient la présence de l'air respirable nécéssaire à l'action de la pile; et que dans le vide de la machine pneumatique cette action cesse entièrement, ou à-peu-près: le Dr. VAN-MARUM vient de prouver le contraire; et quand il ne l'auroit pas fait, mes épreuves déjà rapportées dans ma lettre à Sir JOSEPH BANKS (Mars 1800) qui consistoient à entourer d'huile ou de cire toute la pile, laquelle continuoit d'agir très-bien avec une telle enveloppe, et pendant plusieurs semaines, ces expériences, dis-je, démontrent assez que les effets ont lieu sans le concours de l'air.

Mais comment ont-ils donc été induits en erreur les physiciens qui attestent avoir vu les effets de la pile disparoître ou s'affoiblir prodigieusement dans le vide de BOYLE? En accordant quelque chose à leurs observations, j'expliquerois le fait en attribuant l'affoiblissement des signes d'action, premièrement à l'évaporation de l'humidité des cartons, évaporation provoquée par le vide d'air qui à pû les dessécher au point de ne plus laisser passer le courant électrique avec la vitesse requise pour donner une commotion assez sensible; en second lieu, à ces mêmes vapeurs, condensées sur l'extérieur de la pile jusqu'à la mouiller; ce qui, comme on sait, nuit beaucoup.

Digitized by Google

On m'objectera qu'on à observé que l'air d'un vase dans lequel on tient enfermée une pile en action, diminue sensiblement. — Il concourt donc... Oui, repondrai-je, il concourt à l'oxidation des métaux, qui est en train (*e*), mais cette oxidation n'à proprement rien à faire avec l'action électrique, comme je l'ai assez fait voir: c'est un phénomène purement chimique, dont je ne dois pas m'occuper ici, où il n'est question que de l'excitation électrique et des phénomènes qui en dépendent. Sous ce dernier point de vue, l'oxidation a bien quelque rapport à l'électricité de la pile, mais comme effet de celle-ci, et nullement comme cause; suivant ce que nous avons expliqué.

(*e*) Je croirois encore plus probable, avec M. SENEBIER qui me le suggère, que le gaz hydrogène, qui se développe, se combine dans son état naissant, à l'oxigène de l'air ambient pour former de l'eau; et qu'il occasionne ainsi la diminution observée dans cet air.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXI.

ARTICOLO DI LETTERA

DEL PROFESSORE ALESSANDRO VOLTA AL PROF. LUIGI BRUGNATELLI

SOPRA ALCUNI FENOMENI ELETTRICI.

Como, 29 *settembre* 1802.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. T. XXI (1802) pg. 79. Ant. Coll. T. II. P. II. pg. 279.	

OSSERVAZIONI.

TITOLO: del V.

DATA: del V. in Br. Ann.

Digitized by Google

Digitized by Google

ARTICOLO DI LETTERA

DEL PROFESSORE A. VOLTA AL PROFESSORE LUIGI BRUGNATELLI

SOPRA ALCUNI FENOMENI ELETTRICI.

Como 29 *settembre* 1802.

..... Riguardo a' miei studj, e alle mie ricerche sperimentali, non ho fatto gran cosa in tutti questi mesi: mi sono applicato solamente a determinare con qualche precisione il rapporto tra i gradi del Quadrante elettrometro, e del mio a paglie; e tra questi, e la distanza, a cui possono farsi le scariche elettriche di semplici conduttori, di boccie di Leyden, e di batterie, ossia le distanze, a cui può arrivare il salto della scintilla. I risultati, e le leggi, che ho trovato sono belli, ed importanti per la elettrometrìa, che è stata troppo trascurata. Ho continuate, e variate ancora le prove di caricare colla pila le Batterìe; ed ho pure avuto de' risultati maravigliosi, ed istruttivi molto. Con certo artifizio ho fatto, che il contatto della pila colla batterìa non durasse che $^1/_{50}$ di secondo, e meno ancora, cioè circa un minuto terzo; e questo ha bastato per caricare essa batterìa all'istesso grado della pila; la qual batterìa così caricata ha potuto darmi una scossa discretamente forte, far scintillare, e fondere la punta di un sottil filo di ferro, ec. È da notare, che questa carica della batterìa si compie in così breve tempo, ancorchè i bollettini umidi della pila lo siano di acqua semplice, ed essa pila non dia che una scossa leggerissima. Se però siano così poco umidi, che la scossa riesca insensibile, o nulla; e molto più se siano asciutti quasi del tutto, allora ci vuole un tempo notabile per caricare la batterìa al grado stesso della pila (il qual grado è sempre il medesimo, corrispondente cioè alla qualità e numero delle coppie metalliche, siano i bollettini umidi molto, o poco; lo siano di acqua salata, o di acqua semplice), ci vuole uno, due, o più minuti secondi. È sorprendente allora, che dalla batteria caricata dalla pila si ot-

Digitized by Google

tenga più forte commozione, che dalla pila medesima, ed anche si ottenga da quella solamente. Tutto ciò però si spiega chiaramente considerando l'ostacolo e il ritardo, che portano alla corrente elettrica i detti bollettini, già cattivi conduttori quando sono inzuppati di acqua semplice, e più cattivi a misura che trovinsi meno umidi. Per questo manca la scossa; per questo ci vuol più tempo a caricare la batterìa; la quale poi caricata può essa benissimo dare la scossa, non incontrando la sua scarica gli stessi impedimenti che la ritardino.

Digitized by Google

XXXII.

DUE LETTERE
SU TEORIE ED APPLICAZIONI
RIGUARDANTI
L'ELETTRICITÀ.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXII (*A*).

LETTERA DEL VOLTA A CARLO AMORETTI

SUI FENOMENI DELLA RABDOMANZIA

Pavia 15 *giugno* 1801.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: F 64.
	Ms. (presso Museo Civico, Como).

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: Dall'autografo.

F 64 è una lettera, in data, Milano 8 giugno 1811, nella quale l'Amoretti chiede al Volta se i fenomeni rabdomantici e sopratutto i sintomi dei così detti Acquarj possano avere un rapporto coi fenomeni della elettricità metallica.

Ms. (presso Museo Civico Como) è la lettera autografa, in data Pavia 15 giugno 1801, che si pubblica, colla quale il Volta risponde all'Amoretti esponendo le ragioni per le quali ritiene che i fenomeni in oggetto (se pur sono veri), sieno d'ordine diverso dai fenomeni elettrici.

Digitized by Google

Digitized by Google

AL CITTADINO AB. CARLO AMORETTI

BIBLIOTECARIO DELL'AMBROSIANA

MILANO.

C. A.

Pavia 15 *giugno* 1801.

Jeri ed oggi ha subìto gli esami il giovane Vittoresi da voi raccomandato, e dal M^se^ Cusani, ed ha ottenuta l'approvazione ben meritata. Non facea bisogno di tante raccomandazioni, e ne sarebbe sortito egualmente con lode, avendo dato buon saggio delle sue cognizioni.

Riguardo ai fenomeni del Bletonismo, o dei così detti Aquarj, è inutile ch'io vi ripeta che non li ho mai creduti, e che non potrò mai indurmi a crederli veri. Ma voi mi domandate, se supposto che fossero veri e reali, e quali me li avete sommariamente esposti, non avrebbero qualche rapporto, o non potrebbero in alcun modo ridursi ai fenomeni del Galvanismo, e a quelli specialmente che ottengo io ora più manifesti e tanto più in grande coi miei nuovi apparati elettrici, composti non d'altro che di metalli, e di conduttori umidi; se infine non possono subordinarsi alla mia teoria dell'elettricità mossa dal semplice contatto di conduttori diversi tra loro, massime metallici. Per non diffondermi ora su questa materia vi dirò in breve, ch'io non ritrovo alcuna analogia tra i pretesi fenomeni *rabdomantici* e quelli del Galvanismo, ossia dell'elettricità metallica, quali si ottengono co' miei apparati, e che molto più ancora si allontanano dalla teoria di questi. Se ne allontanano, e sono affatto disparati, o si riguardino gli originarj motori e loro disposizione, i corpi cioè onde procede l'azione; o si considerino i mezzi, ossia conduttori, per cui tal'azione si trasmetta, o finalmente gli effetti medesimi.

Digitized by Google

E primieramente quanto ai motori, nella mia teoria, e in tutti i miei sperimenti i migliori motori sono bene i metalli, ma voglion essere indispensabilmente metalli diversi posti a mutuo contatto in lunga serie continua interpolati ogni due da conduttori umidi e rivolti tutti nel medesimo ordine: con queste condizioni soltanto posson ottenersi degli effetti sensibili di scosse, bruciore, ecc. Sensibili, dico, in ragione del numero delle coppie metalliche in tal ordine regolato disposte; nè già può supplire a tali condizioni una gran massa di metallo; giacchè nè la massa, nè il volume, nè l'estensione de' mutui contatti contribuisce a render maggiore l'azione; ma unicamente il numero delle coppie metalliche eterogenee disposte, come si è detto, nell'istesso ordine, e interpolate da strati umidi.

Riguardo i mezzi, o conduttori, per cui si trasmette l'azione ne' miei sperimenti, truovo che la minima interruzione, l'intervallo di un centesimo di linea basta ad arrestare la corrente elettrica, e a togliere quindi ogni effetto, come pure basta l'interposizione di un corpo o strato sottilissimo, che sia o coibente, od imperfetto conduttore, come sarebbe una carta sottile da scrivere anche non molto asciutta, una foglia anche verde ricoperta della sua pellicola, la pelle medesima del nostro corpo, se non viene a bella posta immollata d'acqua, ecc. molto più poi i legni, la sabbia, o terra asciutta ecc. Or dunque se strati sottilissimi di questi corpi arrestano la corrente elettrica mossa da' miei apparati composti di 40, 60, 100, coppie di rame e zinco, metalli de' più attivi nel mutuo loro contatto, e impediscono le gravissime scosse che tali apparati sono atti a dare toccandoli con conduttori perfetti e continuati; come sarà possibile, che passi attraverso profondi strati di terra non del tutto bagnati da cima a fondo, attraverso la sola delle scarpe ecc. quella corrente elettrica tanto meno attiva, cui può movere una semplice massa di metallo, od anche due o tre metalli addossati, e sepolti in terra profondamente sotto a' piedi del vostro aquario? Ritenete, amico, che le mie sperienze mi danno che una coppia de' migliori metalli move così debolmente il fluido elettrico, che non può vincere la resistenza che gli oppone od uno strato d'aria, di $^1/_{100}$ di linea, od un corpo qualunque nè metallico, nè inzuppato abbondantemente d'acqua, di grossezza anche minore.

Venendo da ultimo agli effetti, quali che offrono i miei apparati son ben diversi da quelli dei vostri aquarj da voi indicatimi. I miei son veri effetti elettrici, che manifestansi anche ai sensibili elettrometri, e più colle scosse simili affatto alle scosse di Leyden. I vostri, tranne ciò che m'accennate di qualche dubbia scossa, sono tutt'altro: tremori, sensazioni di caldo, o di freddo, che invadono tutto il corpo, alterazione di polso, e soprattutto il rotare della bachetta divinatoria, effetto che non è stato, nè sarà mai possibile di imitare coll'elettricità artificiale neppure la più poderosa, effetto oltremodo stravagante, e, lasciatemi pur dire, impossibile a credersi. Ma quando fosse pur

Digitized by Google

vero, cosa ha da fare questo girare della bacchetta sulle dita col fluido elettrico? Quale mai corrente, di questo fluido potrebbe produrre un tal moto? Ed un'elettricità, che pur giugnesse a produrlo, non dovrebbe molto più facilmente movere i comuni elettrometri?

Provate dunque a dar in mano al vostro Aquario un elettrometro sensibilissimo a boccetta, uno de' miei colle paglie, e vedete se questi pendolini divergono: potrete allora almeno scoprire, e distinguere quand'è elettricità per eccesso, e quando è per difetto, i gradi della medesima, ecc: ma son certo, che non vedrete niente: e persisterete a credere, che un'elettricità che non move punto i più sensibili elettrometri, valga poi a volgere in giro una pesante bacchetta? I miei apparati quando sono composti di un buon numero di coppie metalliche, cioè 40. 60. o più, e danno una scossa piuttosto forte, che arriva ai gomiti, ed anche alle spalle, non producono alcuno degli effetti da voi indicatimi, nè sensazioni di caldo o di freddo trascorrente le membra, nè tremori, nè molto meno potrebbero far rotare la bacchetta; producono però effetti sensibili negli elettrometri, massime coll'ajuto del mio Condensatore di elettricità. Senza del Condensatore 50. o 60. coppie metalliche innalzano appena di 1. grado le paglie sottili, ossia le fa divergere di $\frac{1}{2}$ linea; e quindi il contatto di due soli metalli non arriva che ad $\frac{1}{50}$ circa di grado. Vedete se con questi dati potrebbe mai spiegarsi che una massa di un sol metallo, di due, o di tre, o di qualche altro conduttore, o conduttori diversi producesse effetti cotanto grandi come quelli, che si pretende succedano nei Penne, Anfossi, ed altri così detti Aquarj. Che poi succedano così marcati sopra alcuni individui soltanto, e sopra il comune degli uomini niente affatto, è un mistero ancora incomprensibile, e che non si può credere, e che se fosse pur vero, si allontanerebbe affatto dagli effetti che producono i miei apparati, giacchè è ben vero che alcuni sentono più, altri meno le scosse, il dolore, il lampo, il sapore ecc.; a norma che han sortito un temperamento più o meno delicato; ma come non v'è nessuno il quale ne sia affetto cotanto smaniosamente, che affatto si distingua dagli altri, così poi anche non v'è nessuno che non provi la scossa più o meno, non senta il bruciore, non veda il lampo, ecc.

Ecco dunque come non v'è rapporto alcuno tra i pretesi fenomeni del Bletonismo, e i veri del Galvanismo, ossia dell'elettricità metallica, e come la mia teoria si rifiuta a questi. Con tutto ciò io persevero ad essere il vostro

Obb^mo^ Servo e Amico A. VOLTA.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXII (*B*).

LETTERA

DEL PROFESSORE ALESSANDRO VOLTA AL PROF. LUIGI BRUGNATELLI

SOPRA L'APPLICAZIONE DELL'ELETTRICITÀ AI SORDOMUTI DALLA NASCITA.

1802 (dopo il *Giugno*) [1].

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. T. XXI (1802) pg. 100. Ant. Coll. T. II. P. II. pg. 283.	Cart. Volt.: F 70; J 72.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: [1] Risulta dal testo della lettera.

F 70 è una lettera autografa di Jean Senebier intorno all'applicazione della Pila ai sordi. La lettera porta la data: Genève 17 Messidor An 10 (6 Luglio 1802).

In J 72 il V. riporta un brano di un libro del Wolke sopra l'applicazione dell'elettricità ai sordi, nel quale si insiste sulla terminologia tecnica caldeggiata dal V. stesso. Per ordine di tempo e di argomento dovrebbe seguire la lettera al Sig. Canonico Don Angelo Bellani in data « Como, 2 Gennaio 1804 » pubblicata in Mont. pg. 49; che si rimanda all'Epistolario.

Nella classe Efot. (fotografie lettere del V.) vi è fotografia di una lettera del V. in data 2 settembre 1803, spedita alla direzione dell'Ospedale di Como ed accompagnante l'invio di un esemplare di pila per cure elettriche.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA

DEL PROFESSORE ALESSANDRO VOLTA AL PROFESSORE LUIGI BRUGNATELLI

SOPRA L'APPLICAZIONE DELL'ELETTRICITÀ AI SORDOMUTI DALLA NASCITA.

Vi scrissi già, che le tante detagliate relazioni di sordi muti, a cui è stato dato l'udito coll'applicazione del mio apparato elettro-motore, singolarmente a *Tever* (Città della Vestfalia, e Capitale del Teverland, ch'è Signoria appartenente allo Zar di Moscovia) [1] per opera, e col metodo giudiziosamente immaginato di un certo SPRENGER, erano più che sufficienti a mostrare anche ai più increduli, che la cosa non è sprezzabile, e che merita almeno, che si provi da altri. Ho voluto dunque ancor io accingermi a tali prove, sebbene nodrissi più dubbj, che speranze; e già da giorni 15, adopero un metodo simile a quello di SPRENGER sopra una giovinetta sorda dalla nascita, dell'età di circa 15. anni, che trovasi quì a Como in un Conservatorio di povere zitelle. Non posso dire di aver avuto finora un gran successo; ma però non può negarsi, che la paziente ha acquistato il senso dell'udito a segno di marcare varj suoni anche non molto forti, e in distanza di alcuni piedi. Si cominciò ad accorgersi, che sentiva qualche cosa al principio del terzo giorno, cioè dopo aver la giovane subìto da 8. a 9. operazioni della durata ciascuna di 10. minuti a cadaun orecchio, in cui si fan succedere le scosse ad ogni minuto secondo. In tutti i consecutivi giorni si osservarono de' progressi, ma piccioli. È curioso, che i suoni ottusi e cupi sono quelli ch'ella sente meglio, e i primi che ha potuti sentire, quali sono il battere sopra una scattola di

[1] *In Cart. Volt. J 72 è un brano nel quale sono citate le esperienze e le cure praticate nell'istituto di Tever.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

legno vuota, o delle mani fra loro (cosa osservata anche nelle sperienze fatte a *Tever*, e riferita nella descrizione delle medesime) da alcuni giorni sente anche gli altri suoni, di varj stromenti cioè di Musica, di un campanello, ecc. e la voce umana; ma come pare molto oscuramente, confondendo spesso un suono coll'altro. Io continuerò per altri 15. giorni ad elettrizzare l'uno e l'altro orecchio coll'istesso metodo, cioè coll'applicare alternativamente l'estremità di un filo metallico, che forma un bottoncino e che procede dall'estremità positiva dell'apparato per un minuto al tragus, per due al meato esterno, e per un altro minuto dietro l'orecchio interno al processo gastrocnemio, e portandovi frequenti scosse mediante il toccamento ad ogni minuto secondo dell'altra estremità negativa con un cannone metallico impugnato dalla mano umida sinistra quando si opera sull'orecchio dritto, e viceversa; e ciò quattro volte almeno per giorno. Continuerò, dico, fino a compiere un mese di prove, che è il tempo più lungo impiegato da SPRENGER alla guarigione dei sordi più difficili, dubito però molto di riuscire così bene come vien pubblicato da più parti ch'egli sia riuscito in più di 40. casi, ed altri pure in varj altri casi. Dubito, che la mia paziente possa giungere a ben distinguere le voci articolate. Ella ha sicuramente acquistato qualche cosa: non sentiva punto i suoni più forti da nessuno degli orecchj, or sente i discretamente forti singolarmente dall'orecchio dritto; ma siamo ben lontani da quella finezza di udito, che si ricerca per ben sentire la voce umana poco alzata, e distinguere l'articolazione delle parole, come si richiede per imparar a parlare: che se anche potessimo giugnere fino a questa finezza, e perfezione di udito, chi sa se e quanto durerà, giacchè siamo informati dalle stesse relazioni delle prodigiose cure successe in Germania, che parecchi sono ricaduti quasi nella primiera sordità dopo qualche tempo; non tutti però: ma degli altri non sappiamo ancora se molti, o pochi, o qualcuno dei già sordi muti, abbia poi imparato a parlare; giacchè dopo il mese di Giugno non ho più relazione come siano andate le cose, e fino allora non potevano ancora i guariti aver appreso il linguaggio. Mi si dice, che anche a Parigi nell'Instituto de' Sordi e Muti si siano intraprese da qualche tempo le sperienze; ma non so con qual metodo, nè con qual esito. Ne sapete voi qualche cosa? In Germania, ove si son fatti i tentativi in tanti luoghi, e da tanti, ed ove si son pubblicate tante relazioni, ed opere stimabili intorno all'applicazione del *Galvanismo*, o come aman meglio di chiamarla elettricità metallica, si decantano varie altre guarigioni di debilità di vista; e fin di gotta serena, di membri paralizzati, ec.; ma ciò che è curioso è che alcuni oltre l'udito hanno acquistato anche il senso dell'odorato, di cui erano affatto privi; e ciò col solo elettrizzare gli orecchj col metodo indicato. Non è però maraviglia, giacchè quasi tutte le parti interne della testa si risentono da quelle scosse, quasi tutte vengono invase e attraversate dalla cor-

Digitized by Google

rente elettrica, ed anche molte delle parti esterne, come si vede dal convellersi in tutte le scosse che si danno all'orecchio i muscoli temporali, e i zigomatici.

Come già dissi non ho molta speranza di riuscire perfettamente colla ragazza sorda, su cui sto ora sperimentando. Spero molto dippiù da un altro sordo muto, che sente pur qualche poco i suoni forti, e che fra poco assoggetterò alle prove.

Sono ec.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXIII.

APPUNTI SU ESPERIENZE CON PILE DI DIFFERENTI SISTEMI.

10 *e* 28 *Maggio* 1804.

FONTI.

STAMPATE.

Bulletin des Sciences par la *Société philomatique*. Paris fructidor an 9 de la Republ. [1801] N. 54 p. 48 (Inst. Nat.).

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **J 82; I 47.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: del V.

J 82 è un foglietto di annotazioni sulle sperienze.

Per ordine di tempo e di argomento seguirebbero:

la lettera a Pietro Cossali in Parma in data « Pavia 1° Giugno 1804 » pubblicata da G. Biadego in « Alessandro Volta ai Veronesi Pietro Cossali e A. M. Lorgna » (per Nozze) a pg. 25

e la lettera ad uno Scienziato Ginevrino in data « A Côme, ce 22 Août 1804 » (Cart. Volt. E 59 e E 55 [minuta parziale]),

che si rimandano all'Epistolario.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cl. J. N. 82.

Sperienze con pile formate con piattelli d'osso intrisi nell'acqua, ecc.

10 Maggio 1804.

Una pila composta di piattelli d'osso intrisi, d'acqua gl'uni, i secondi di acido sulf., i terzi di potassa, 8. di ciascuna specie, e quelli di acido, e di alcali, asciugati da un giorno: sovrapposti tali dischi nell'ordine seguente: acqua acido alcali; acqua, acido, alcali. Ha dato col solito condens.re alla cima El. + gr. 2½ alla base El. — gr. 2.

Maggio 28.

Una simile pila, e di egual numero di piattelli d'osso, ma l'acido essendo nitrico, e l'alcali, l'ammoniaca: intrisi, ed asciugati di fresco, ha dato presso a poco lo stesso. Accresciuto il numero dei piattelli d'osso fino a 15. di ciascuna specie si ottenne alla cima El. + gr. 4-5 alla base El. — gr. 2-3.

Levati poco dopo i piattelli intrisi di acqua semplice, ed imbevutili invece di acqua salata, e rimessi al luogo di prima, lungi dall'ottenere dalla pila segni più forti non se ne ebbero punto, o appena.

Era accaduto altre volte di non aver segni sensibili con pile or di piattelli d'osso, or di legno, or di cartone, intrisi di tre diversi liquori alternativamente, e regolarmente disposti, e qualche volta all'incontro se ne ebbero di assai più forti dei sopra notati.

Non si è potuto ancor bene determinare quali circostanze favoriscano, e quali nuociano.

Una pila formata di 6. monete d'oro, 6. dischetti d'osso intrisi di acido sulfurico, e 6. di acqua semplice, sovrapposti nel seguente ordine. Oro, acido, acqua: oro, acido, acqua, ecc. mi ha dato coll'ajuto del solito ottimo Condensatore all'estremità superiore, gradi 1. circa di El. — all'estremità inferiore isolata 1½ El. +

Digitized by Google

Sostituiti ai dischi di acido altri intrisi di potassa liquida, l'elettricità fu inversa, cioè all'estremità superiore gradi circa 1½ di El. + all'estremità inferiore gr. 1½ El. —

Sicchè dunque il fluido elettrico viene spinto dall'acido nell'oro, e dall'oro nell'alcali.

Formando ora la pila con oro, acido, ed alcali, (senza l'intervento di acqua semplice) nell'ordine seguente, Oro, Acido, alcali: oro, acido, alcali, si ottennero dalla parte superiore circa gr. 3. El. — e dalla parte inferiore circa gr. 3. El. +

Cospirando qui l'azione che spinge il fluido elettrico dall'acido nell'oro, e quella che lo spinge dall'oro nell'alcali, nella stessa direzione, cioè dall'alto al basso.

Inserendo in questa pila tra il disco di acido, e quello di alcali, in ciascuna coppia, un terzo di acqua semplice (sempre piattelli d'osso intrisi dai rispettivi liquori ed asciugati esteriormente), si ebbero gl'istessi segni ma un poco più deboli.

All'incontro si ottennero notabilmente più forti interpolando quei dischi acidi ed alcalini con bollettini di panno intrisi di una soluzione di sulfato di allumina, e muriato di soda.

Invece delle monete d'oro sottoponendo de' piattelli di carbone alle stesse prove, si ebbero presso a poco gli stessi effetti, piuttosto minori.

Una pila formata di 8. piattelli di carbone sovrapposti ed interpolati da cartine da giuoco intrise di acido nitrico, e di ammoniaca, nel seguente ordine: carbone: ac. nit.: amm = carb: ac. nitr: amm. = ecc. mi ha dato appena montata (coll'aiuto del Condensatore) da 10. gr. di El. — all'estremità superiore; e così da 10. gr. di El. + all'estremità inferiore.

Così dunque il fluido elettrico va nella direzione del carbone alcali acido.

Un quarto d'ora dopo, o poco più la stessa pila non dava più, che gr. 3½ circa di El. sia positiva, sia negativa alle rispettive sue estremità. La qual perdita proviene, come pare, dal mescolarsi, e confondersi l'acido e l'alcali delle cartine.

. . . . . .

Una pila formata di 6. piattelli di carbone interpolati ciascuno da due cartine da giuoco intrise di acqua semplice, fu sottoposta all'azione di una delle solite pile di rame e zinco, non molto attiva, perchè composta di sole 20. coppie, e montata già da due giorni; fu, dico, sottoposta a tal azione poco forte pel tempo di circa due minuti; indi ritirata, e subito esplorata, diede, coll'ajuto del Condensatore da 18. gradi di El. + dalla parte per cui entrava la corrente della pila primaria; ed una corrispondente El. — dalla parte opposta, da cui cioè essa corrente sortiva. Due in tre minuti dopo,

Digitized by Google

questa pila secondaria già inattiva, resa attiva dalla primaria [1], si era già indebolita a segno, che non dava più, che 9. gradi; e dopo un quarto d'ora 5. gradi solamente.

Sottoposta di nuovo all'azione della pila primaria per 6. minuti circa, diede esplorata subito 25. gr. El. = due minuti dopo, gr. 15.

Circa 2. ore dopo non dava più che 3. gradi scarsi.

BULLETIN DES SCIENCES PAR LA SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE. PARIS, FRUCTIDOR AN 9 DE LA REPUBL. N. 54 P. 48 (INST. NAT.).

Extrait d'une lettre du c. Volta au c. Dolomieu.

Le c. Volta rend compte de quelques tentatives qu'il a faites pour rendre l'appareil galvanique plus commode. Après avoir monté la pile comme à l'ordinaire, il la termine par une aigrette métallique et la renferme dans un étui pareillement métallique, qui l'empeche de se deranger. Les deux pièces de cet étui sont séparées par une substance isolante dans la partie où elle se recouvre de cette manière il suffit pour avoir la commotion, de prendre une des pièces de l'étui dans une main humide et d'établir la communication avec l'autre extrémité. Si l'on monte deux piles, la première disposée de cette manière: zinc humide, argent et l'autre ainsi: argent humide zinc et qu'on les renferme dans leurs étuis, on obtient la commotion en prenant les bases de ces deux étuis dans les mains humides et les faisant tomber par leurs sommets.

L'emploi de cet appareil peut être varié d'un grand nombres de manières: il doit avoir surtout l'avantage d'être facile à manier et à transporter.

J. B.

---

[1] In I 47 trovasi:

A cet endroit je ne puis laisser de faire observer, que la pile inactive de Mr. RITTER construite de simples monnoies d'or, et cartons mouillés qui devient entre chacune active, étant assujetie pendant quelques minutes à l'action d'une bonne pile étherogene et puissante, cette pile dis-je secondaire que l'auteur a appellé improprement *pile à charger*, et qu'on pourroit à plus bon droit nommer *pile à changer*, n'est plus simple comme elle étoit, les pieces d'or ayant été oxigenés d'un cote, sous l'action puissante de la pile primaire, du coté, dis-je, ou le fluide électrique mis en courante au sortir du metal, pour entrer dans l'humide, developpe, comme on sçait, de l'oxigene qui à l'état naisant s'attaches au metal, ecc. La chose si elle avoit encore besoin des preuves, est demontrée aussi par cela, que chacune des pieces d'or qui a subi cette action, excite une saveur vive sur la langue, les convulsions dans la grenouille, ecc. se comportent en un mot comme une de ces doubles plaques metalliques de cuivre et de zinc dont on compose les piles ordinnaires: oui: chaque piece d'or de la pile secondaire travaillée n'est plus une piece omogène simple, elle a aquis deux faces différentes par rapport à la faculté électromotrice. On peut en effet decomposer une telle pile secondaire et la reconstruire sans y rien ajouter, et on la trouve encore active.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXIV.

SOPRA ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI DA INTRAPRENDERSI SULLE TORPEDINI.

LETTERA

AL PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

P. CONFIGLIACHI.

Como, 15-19 *luglio* 1805.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
BR. ANN. T. XXII (1805) pg. 223. Ant. Coll. T. II. P. II. pg. 255.	Cart. Volt. **E 61.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: in E 61 si legge, in principio: Como 15 Luglio 1805, e in fine: « *finito di scrivere questa lettera il giorno* 19 *Luglio* ».

E 61: è la lettera autografa che si pubblica, e che pare sia stata spedita al P. Configliachi, come provano il bollo postale e il seguente indirizzo scritto dal V.:

« *Al Sig. Felice Configliachi*
Direttore dell'Ufficio dei Pachetti
per il Padre Professore Configliacchi *Milano* »

Digitized by Google

Digitized by Google

E 61.

Stim.mo Prof.re e Amico Car.mo

Como li 15 *Luglio* 1805.

Ricevetti la stimatissima vostra de' 19 Giugno a Bologna alla vigilia di partirne, che fu il 26 detto. Il viaggio, ed alcuni affari pressanti ritornato che fui a Como mi obbligarono di ritardare fino al giorno d'oggi a rispondervi. Mi è spiaciuto grandemente, che una tal gita a Bologna, dove ebbi a portarmi per una convocazione straordinaria de' Membri dell'Istituto Nazionale, mi abbia privato della bella sorte di aver voi, e l'amico Fortis, per qualche giorno ospiti in casa mia. Avrei almeno desiderato di ritrovarvi ancora a Milano al mio passaggio, per salutarvi di nuovo, e conferire con voi un altra volta intorno alle sperienze, che vi proponete di fare sulle *Torpedini*; ma quando vi giunsi eravate già partito per il golfo della Spezia, come intesi dal nostro comune amico Prof.re Raccagni. Non mi resta dunque che di proporvi in iscritto alcuna cosa, secondando così il desiderio vostro, e la viva brama che nutro io di veder verificate le congetture, che da lungo tempo volgo in mente riguardo al potere elettrico di esse torpedini, e di altri pesci che godono di simile stupenda virtù, taluni in grado anche più eminente; quali sono l'anguilla tremante chiamata *Gimnoto elettrico*, il *Siluro elettrico*, e qualche altro scoperto in questi ultimi anni.

Come però dovrete ristringere le vostre sperienze ed osservazioni alle Torpedini, che sole tra i pesci dotati del potere di dare la scossa si rinvengono ne' nostri mari; di queste sole parlerò, e de' loro organi elettrici: potendosi altronde facilmente comprendere, che organi analoghi, anzi identici quanto all'essenziale, avvegnachè dissimili nella forma, grandezza, e posizione, devono possedere anche quegli altri pesci, per produrre gli stessi effetti; e rilevandosi già da alcune descrizioni, che ne sono state pubblicate, cotal analogìa. Resterà dunque alla sagacità di altri Fisici il mostrare come convengano perfettamente anche questi organi di tai pesci forestieri nelle fondamentali condizioni di quelli della Torpedine, e dei nostri apparati elettromotori artificiali.

Le ricerche, che più mi stanno a cuore, hanno per oggetto di rendere, se si può, sensibile all'elettrometro codesta elettricità mossa dalla Torpedine. Inutile sarà il tentar ciò restando il pesce sommerso nell'acqua: converrà

Digitized by Google

dunque trarnelo fuora, ed esplorarlo con mezzi acconci, esposto all'aria, ed anche asciugato un poco, tanto che non sia più grondante di acqua. La miglior maniera che io immagino è di adagiarlo col ventre in giù, al quale corrisponde un capo del doppio suo organo elettrico (come sappiamo), sopra una larga lastra o bacile di metallo posto su d'un tavolo abbastanza umido, o meglio ricoperto da una tovaglia bagnata; e in tale stato solleticarne quella parte della schiena, a cui corrisponde l'altro capo di detto organo, con un filo metallico sporgente dal cappelletto di un buon elettrometro a paglie sottili, od a listarelle di foglia d'oro.

Dubito però molto che si possa con ciò solo riuscir a muovere alcun poco tali elettrometri, avvegnachè sensibilissimi: come accade anche colle ordinarie *pile*, od elettromotori artificiali, le quali pile, massime se siano molto umide al di fuori, e tale umidità si estenda da un capo all'altro, o trovinsi involte in qualsisia umida fascia (che rappresenti appunto gli integumenti, che nello stato naturale involgono gli organi della Torpedine), non affettano punto sensibilmente codesti elettrometri, o appena appena v'inducono qualche picciolissima divergenza de' pendolini. Dubito, ripeto, che esplorando così la Torpedine si possano aver segni *immediatamente* all'elettrometro.

Mediatamente però, cioè coll'ajuto di un buon *Condensatore*, adoperato come conviene, sapete ch'io ottengo segni distintissimi, e di qualche forza, e fino scintille, anche da pile di un numero non molto grande di pezzi, e le quali non danno che una mediocre scossa, inferiore a quelle della torpedine; li ottengo tali segni anche da pile grondanti d'acqua, od involte a bella posta da qualche umida fascia. Son dunque persuaso, che eziandio dalle Torpedini, che chiudono in seno siffatti organi simili alle pile, ossia un apparato elettromotore naturale emulo ai miei artificiali, otterrei io eguali segni elettrometrici, coll'ajuto parimente di un buon Condensatore; e spero che gli otterrete pur voi, se di un tal ottimo Condensatore, non meno che de' migliori elettrometri vi troverete provveduto, come non dubito, e ne farete con somma cura il conveniente uso. A questo fine cominciate dal provare il Condensatore, di cui vorrete servirvi, sopra una picciola pila, che riposi colla sua base sull'istesso tavolo bagnato, su cui giace la Torpedine, o sopra qualsiasi sostegno avente comunicazione col suolo; provatelo col regger in mano il suo piattello inferiore, ed il superiore applicatovi a dovere farlo comunicare, mediante un filo metallico che ne sporga, alla testa di essa pila, indi staccatolo portarlo isolato sopra il cappelletto dell'elettrometro; e osservato quali segni ei faccia dare a questo, quanto ne faccia divergere i pendolini, ecc., ripetete la prova con farlo comunicare esso piattello collettore nella stessa maniera alla schiena della Torpedine ne' punti corrispondenti a' di lei organi elettrici. Non so se questo toccamento basterà a caricare codesto piattello, onde averne poi i segni all'elettrometro, nel modo che bastò il toccamento della pila nel-

Digitized by Google

l'esperienza precedente; se basterà sempre, e in qualunque circostanza; o se solamente avrà luogo tal carica irritandosi il pesce, ed eseguendo esso quel tale sforzo, che gli si vede fare quando vuol produrre la scarica. Converrà dunque tentare molte volte, e in varie guise, e cogliere a studio o a fortuna il momento giusto.

Pare, che la Torpedine, quando vuol dare la scossa, ossia effettuare la scarica elettrica, comprima fortemente il dorso: ciò, io credo, affine di applicare a dovere l'interno della schiena e del ventre ai capi opposti dell'apparato elettromotore, che chiude in seno, e portarvi un ampio e perfetto combaciamento, e con ciò anche addurre ad un congruo contatto que' pezzi di esso organo doppio, che trovansi per avventura o staccati, o non abbastanza comunicanti; come in alcune delle mie pile costrutte a bella posta così; oppure affine di spremere qualche umore, e farlo colare sì, che vada ad imbever meglio le pellicole o piccioli dischi sovrapposti gli uni agli altri in gran numero in quei piccioli tubi membranosi, che raccolti in due fasci formano gli organi di cui si tratta; qualche umore, dico, o muscoso, o linfatico, od altro, che venga ad inzuppare vieppiù cotali pellicole, o dischetti, onde rendergli migliori conduttori e motori, od a riempierne gli interstizj, onde formare le comunicazioni che abbisognano, o renderle più compite. Nella prima supposizione, fors'anche nella seconda, ponendo sopra la schiena della Torpedine giacente col ventre sul bacile, o immediatamente sul tavolo bagnato, un peso che la comprima sufficientemente, si ridurrebber, credo, quegli organi a dover agire continuamente; e allora il Condensatore ne ritrarrebbe in qualsisia momento la competente carica di elettricità, com'esso la ritrae sempre da una pila ordinaria messa in buon ordine, e in istato di agire incessantemente. Sarebbe bene, che il peso posto sulla schiena al luogo corrispondente a detti organi fosse di metallo, e questo poi si toccasse, anzichè la schiena nuda, dal filo annesso al Condensatore.

Se per tal mezzo, od altro migliore che a voi suggerisca, vi riesce di ottenere segni all'elettrometro, ecco in gran parte soddisfatta la mia aspettazione: e sarà pur facile di soddisfare ancora la curiosità e brama che ho di sapere quali dei due capi di cotali organi possegga l'elettricità *positiva*, ossia per eccesso, quale la *negativa*, ossia per difetto: sarà, dico, facile ricorrendo al solito criterio dell'accresciuta, o diminuita divergenza de' pendolini dell'elettrometro, col presentare al suo cappelletto un bastoncino di ceralacca stropicciato di fresco, ecc.

Or lasciando l'elettrometro, e volendo far prova delle scosse, mi pare, che stando la Torpedine nel modo sopra descritto compressa sotto il peso dello scudo metallico, e venendosi a toccare questo con un dito, o meglio con una lastra metallica impugnata da una mano umida, mentre l'altra terrebbesi applicata ampiamente al bacile, o al panno bagnato, su cui giace

Digitized by Google

essa Torpedine, dovrebbero aversi le scosse ad ogni momento che si tentasse la prova, e quante volte si volesse, senza aspettare sforzo alcuno dell'animale, o la sua volontà; e che queste scosse involontarie per parte di esso, ed eccitate su di noi a voglia nostra per ogni nuovo toccamento, sarebbero anche più poderose, quanto più ampio fosse il contatto sì dell'armatura metallica posta sulla schiena del pesce, che del ventre suo applicato al bacile, o al panno bagnato, e quanto più fosser umide le mani di chi sperimenta, e combaciassero più larghe superficie di conduttori: il tutto analogamente a ciò che osservasi nelle pile riguardo al più facile e copioso trascorrimento del fluido elettrico a misura delle migliori comunicazioni e più ampj combaciamenti de' conduttori umidi tra loro, e coi metalli.

Armata così, e compressa la Torpedine imiterà dunque meglio la pila, secondo io immagino, dandovi immancabilmente la scossa per ogni congruo toccamento (accompagnata tale scossa dal noto lampo, o chiaror passeggiero entro gli occhi, qualora la scarica si porti ad attraversare qualche parte della vostra testa), e mantenendo una corrente continuata di fluido elettrico da un estremo de' suoi organi all'altro per quell'arco o catena di buoni conduttori, con cui si faccian comunicare a dovere. Colla qual corrente continuata potrà anche produrre, oltre le scosse e il lampo, quel dolor pungente, quel vivo bruciore sulla pelle del volto o d'altre parti delicate, che vi producono le nostre pile; e basterà per ciò, che venga a toccare questa o quella parte nuda e di pelle delicata, e molto più la viva carne di qualche piaga o ferita, un filo metallico prolungato dall'armata schiena della Torpedine, intanto che con una mano ben umida la persona che fa la prova comunica ampiamente col bacile su cui la Torpedine giace col ventre; o inversamente che il filo metallico proceda da cotesto bacile, ecc.

Siccome cogli elettromotori artificiali il polo negativo è quello che eccita un dolore molto più rabbioso e cocente; così avvenendo lo stesso colla Torpedine, che dobbiam pur tenere per un elettromotore naturale, si capirà anche da questa sperienza in quale delle due parti risieda l'elettricità sua per *eccesso*, in quale l'elettricità per *difetto*, se la scarica facciasi dalla schiena al ventre, o dal ventre alla schiena: la qual cosa importa pure di sapere.

Nella stessa maniera potrà eccitarsi eziandio il sapore sulla lingua, e questo acido od alcalino, secondo che sarà rivolta la punta di essa lingua verso il polo *positivo*, o *negativo* degli organi, come sapete che accade colle pile. Ma acciò non si confonda la sensazione di sapore colla scossa, e col bruciore, converrà lasciare indebolire molto l'azione di detti organi, come appunto facciamo per lo stesso fine colle pile.

Finalmente se nel modo sopra indicato, od in altro, può ridursi la Torpedine, ossia l'uno o l'altro de' suoi organi elettrici, od ambedue, che fora meglio, ad agire incessantemente, voglia essa o non voglia, come mi lusingo

Digitized by Google

che possa riuscire; non può mancar di produrre al pari di una pila, la di cui azione, quando trovasi in buon ordine e stato, è pure incessante, non può, dico, mancar di produrre anche il bel fenomeno chimico dell'*ossidazione* di un filo d'argento, di rame, ecc., o dello sviluppo di molte bollicine di *gas idrogeno* da un altro filo metallico, i quali fili procedendo, l'uno dall'armatura della schiena del pesce, l'altro da quella del ventre, vadano a terminare in un tubo o vasetto d'acqua, per mezzo della quale venga compito il circolo. Se questa sperienza riesce, avremo il più bel compimento, che possa desiderarsi nelle prove di confronto fra la Torpedine, che è un elettromotore naturale, e la pila, od elettromotore artificiale.

Resterebbe ancora di poter imitare colla Torpedine l'altro sorprendente e dilettevole fenomeno, che presentan le pile, di arroventare cioè e fondere la punta di sottili fili, o foglie metalliche, arroventamento e fusione, che accompagnano, massime nei fili di ferro vaghe stellette, e scintille sprizzanti. Ma dubito molto, che possa ciò ottenersi colla Torpedine, ancorchè fosse ridotto il suo doppio organo allo stato e condizione di scagliare incessantemente il fluido elettrico, e mantenere una corrente continua, siccome fa una buona pila: e la ragione è che non si riesce a questa deflagrazione delle punte metalliche neppure colle pile, se i suoi piattelli di metallo, e i dischi umidi interposti non sono di una considerabile larghezza, o se, essendo piccioli, non ne è lunghissima la serie. Or sono bene in gran numero le pellicole, o sottili strati, di cui son formati gli organi elettrici, od elettromotori naturali di cui si tratta, ma sono picciolissimi di diametro; e altronde non hanno di gran lunga tanta attività cotesti motori tutti di seconda classe, ossia umidi, quanto quelli di prima classe, cioè metallici, che entrano nella formazione delle nostre pile od elettromotori artificiali. Possono dunque quelli aver il potere di dare scosse anche forti, e sì lo hanno, come ci provano l'esperienze su di esse Torpedini, senza aver quello di abbrugiare, o far scintillare le punte di fil di ferro, ecc., come non lo hanno neppure delle pile metalliche di 50., 60. e più coppie di piattelli piccioli, ex. gr. di mezzo pollice di diametro, le quali nondimeno producono violente scosse. Ad ogni modo essendo in sì gran numero le accennate pellicole, o strati picciolissimi e sottilissimi nel doppio organo della Torpedine, che giungono nei tanti tubi membranosi, ond'è questo composto a più migliaja, non dispero affatto che possa ottenersi, tentando e ritentando ne' più acconci modi, qualche poco anche di questa deflagrazione. La più facile maniera di riuscirvi, se fosse possibile, mi parrebbe quella di tener applicato un capo di un arco metallico al bacile, su cui alla maniera da me indicata posa la Torpedine col ventre, e portare l'altro capo, che terminerebbe in punta di ferro affilata ed acuta, a contatto brusco sia dello scudo metallico ond'è armata e compressa la schiena, sia d'un buon carbone, o d'un laghetto di mercurio posti sopra tale scudo, i quali corpi favoriscono la deflagrazione, che si vuol eccitare.

Digitized by Google

Ho supposto fin quì, che tutto il potere elettrico della Torpedine risieda negli organi a ciò destinati, i quali di elettrici appunto hanno ottenuto il nome; che essi sieno veri e perfetti elettromotori naturali, emuli de' miei artificiali; che per se soli incitino, ed impellano il fluido elettrico in guisa di metterlo in corrente da un capo all'altro, ogni qualvolta essendovi in pronto un acconcio arco conduttore, vengano, o per uno sforzo volontario dell'animale, o per altra maniera addotte al congruo contatto, o rese compitamente comunicanti fra loro quelle parti di essi organi, che nello stato naturale del nostro pesce libero e quieto trovinsi per avventura disgiunte, o mal comunicanti. Però è, che per le sperienze da me proposte, alla riuscita delle quali richiedesi, che tal corrente elettrica sia continua incessante, come lo è nelle ordinarie pile, allestite di tutto punto, e in cui non abbiavi interruzione, ho suggerito l'artificio di tener compresse le parti del ventre e della schiena che rinchiudono detti organi, di tenerle, dico, ben compresse e serrate, ad oggetto di avere una perfetta e costante comunicazione fra tutte le parti componenti codesti organi, e fra gli organi medesimi, e la schiena dell'animale da una parte, e il ventre dall'altra. Spero che un tal artificio, o qualche altro di varj che potranno immaginarsi, riesca. Confesso però, che non ne son sicuro, perchè può esservi naturalmente, nello stato cioè ordinario del pesce, qualche mancanza in siffatti organi, qualche sconnessione, od intervallo fra i pezzi che lo compongono, qualche difetto insomma, cui la sola volontà dell'animale possa togliere con certi moti da lei impressi agli organi medesimi, od alle parti aggiacenti, dispiegando la sua energia sopra i nervi, che vi si portano in grande copia, facendovi accorrere tale o tal altro umore acconcio, o in altra guisa; al che non sarebbe a noi dato di poter supplire con artificj meccanici. In attenzione di una più accurata descrizione di tali organi, che voi non mancherete di darci, mi attengo per ora a quelle pubblicate da altri naturalisti ed anatomici, che riporta in succinto HAUY nell'opera sua: *Traité Élémentaire de Physique*: (tutto intero il § 513°.)[1] « L'organe « dont la torpille se sert pour exercer son pouvoir engourdissant est composé « d'un grand nombre de tubes aponévrotiques, d'une forme hexagonale et « quelquefois pentagonale, rangés parallélement les uns aux autres autour des « branchies, et dont une base est adjacente à la peau de dessus et l'autre « à celle de dessous. Tous ces tubes sont exactement fermés à leurs extre- « mités par une membrane aponévrotique, qui s'étend de chaque côté sur « toute la surface de l'organe. De plus, chaque tube est traversé horizonta- « lement par des feuillets aponévrotiques placés l'un au-dessus de l'autre à « de petites distances, en sorte que le tube peut être considéré come un as-

[1] *Tale paragrafo è riprodotto nella Memoria pubblicata in Br. Ann. dai quali venne tolto.* [Nota della Comm.].

Digitized by Google

« semblage de cellules superposées. L'intérieur de ces cellules est rempli d'une « substance qui d'après les expériences de Geoffroy, est composée d'albumine « et de gélatine. Enfin, tout cet appareil est fourni de nerfs remarquables « par leur volume, qui se insérent entre les tubes, et finissent par se distri- « buer dans leur intérieur ».

Or ritenuta tale struttura, può credersi che una condizione richiesta a mettere in attività gli organi di cui si tratta, sia appunto l'afflusso copioso di questo o quell'umore nelle indicate cellette, tantochè ne divengano piene tutte quante a dovizia, e turgide; e può benissimo essere, che vi voglia a tal effetto, cioè per indurre tale pienezza un'azione particolare, ed uno sforzo straordinario dell'animale sopra tali organi per mezzo de' molti e insigni nervi, che vi si portano, onde da' vasi, che li accompagnano, o da altri vicini si effonda in dette cellette la tanta copia de' richiesti umori; onde in fine, compite le comunicazioni ne risulti un complesso di pile tutte attive nel miglior modo, tendenti cioè a lanciare un torrente di fluido elettrico da un capo all'altro.

Se così fosse, e se di più cotal afflusso d'umori, e riempimento delle cellette portato da uno sforzo straordinario dell'animale ogni qualvolta tenta di dare la scossa, fosse passeggiero, e non durasse che un istante brevissimo, non è difficile comprendere, come essendo tuttavia bastante per produrre la scossa, potrebbe non esserlo per caricare sensibilmente il Condensatore, potrebbe non dar tempo a ciò; l'applicazione del qual Condensatore riuscirebbe altronde inutile, quando non venisse fatta al momento preciso, cosa assai difficile.

Ma anche in altra maniera concepisco che possan mancare i segni all'elettrometro, comunque ajutato dal Condensatore. Gli organi rinchiusi nel corpo dell'animale trovandosi in tutta la loro lunghezza involti, e fasciati da umidi conduttori, quali sono i vasi, le carni, gli integumenti, trovansi nell'istesso caso come una delle mie pile sepolta intieramente nell'acqua, o fasciata da grossi panni o cartoni ben inzuppati, la quale parimenti non dà segni all'elettrometro neppur col soccorso del Condensatore, nè produce scosse, finchè rimane in tale stato: li dà però più o meno sensibili, e scuote puranco, sol che l'umida veste si assottigli molto, o meglio si stacchi per qualche tratto della lunghezza di essa pila, malgrado che continui a starvi applicata in altre parti, e sì ai due capi della medesima. Così adunque potrebbe avvenire degli organi della Torpedine, che fosse cioè necessario all'effetto della scossa tale sforzo dell'animale, per cui venissero momentaneamente staccati essi organi dalle aderenze umide dei lati, rimanendo i soli contatti, e facendosi anzi più esatti, della schiena e del ventre sopra le due estremità di detti organi: momentaneamente, dico, onde anche per tal modo non si desse luogo e tempo alla carica del Condensatore ne' tentativi nostri.

Digitized by Google

La non riuscita pertanto non sarebbe un argomento bastante per negare, che gli organi di cui si tratta, sieno veri elettromotori per se stessi, a somiglianza delle nostre pile: all'incontro la riuscita sarebbe una prova evidentissima, anzi un cumulo di prove, che tali veramente sono.

Or se infatti riescano (come torno a dire che spero) o tutte, o alcune delle progettate sperienze, mercè il solo semplice spediente di tener compressi nel modo sopra indicato ventre e dorso del pesce, se riescano colle Torpedini intiere e vive, sulle quali dovete incominciar le prove, non dubito quasi, che non siano per riuscire egualmente colle morte di fresco, e meglio trucidate, anzi pure cogli organi soli, recisi, e separati intieramente dalle altre parti dell'animale. Son per dire, che mi aspetto da questi organi spogliati d'ogni aderenza, nudi e mondi, non solo le scosse, e gli stessi segni elettrometrici, come dal pesce intiero e intatto, ma quelle e questi più marcati ancora. Vi propongo adunque, e vi raccomando di verificar ciò con apposite sperienze. Se trovate difficile di separare del tutto, e liberare da ogni inviluppo o parte estranea quegli organi, recidete solamente la testa e la coda del pesce unitamente a quelle porzioni del tronco, che sopravanzano la regione di essi organi ritenuta così quella sola sezione del corpo, che li contiene, provatela sul bacile, o sul panno bagnato immediatamente, e comprimetela sotto uno scudo metallico di mediocre peso; indi fatene prova. Sarà pur bello, se riescono così le sperienze! Più bello ancora, e più decisivo, se riescano cogli organi intieramente separati, e messi al netto; e dopo lungo tempo che si sono estratti dal corpo dell'animale; e con porzione soltanto di essi, con pochi cioè di que' prismi o tubetti infarziti da' sottili strati, o con un solo.

Io mi lusingo che riusciranno più o men bene in tutte queste maniere, ed in altre, che voi saprete immaginare. Vorrei poi anche provare a disfar cotali organi, e ricomporli di posta, or come prima, or variando, sia la posizione di essi tubetti, sia la serie delle pellicole o piccioli dischi di cui son zeppi, ad umettarli con varj liquidi, ecc., per vedere se, e quanto ritengano della primiera loro azione e forza, la quale fors'anche potrebbe accrescersi.

Nel decomporre, e ricomporre siffatti organi, oltre le altre osservazioni, che suggerirà a voi di fare, vorrei che poneste un particolare studio a quelle, che vi possano far discoprire quali e quante diversità si trovino fra uno e l'altro di que' strati o pellicole, riguardo alla loro sostanza propria, o all'umore di che sono intrisi, o a quello che frapposto ne riempie gli intervalli. Una tal ricerca sottile e difficile è di grande importanza. La mia teoria vuole, come sapete, che ogni pila attiva, sia di 1.°, o di 2.°, o di 3.° genere, debba essere formata di una serie di gruppi, composti ciascuno di tre almeno conduttori diversi, che in tali circostanze sono poi anche *motori*: cioè che nel 1.° entrino due conduttori metallici diversi, ed un umido; nel 2.° due umidi diversi ed un metallo; nel 3.° finalmente tre conduttori umidi tutti diversi.

Digitized by Google

Or gli organi elettromotori della Torpedine (e degli altri pesci dotati della stessa facoltà) appartenendo a questo 3.° genere, debbono anch'essi essere formati di una serie di gruppi regolarmente ordinati, in ciascuno dei quali trovinsi non meno di tre conduttori diversi. Questi dunque bisogna cercarli in quelle pellicole o piccioli dischi, e negli strati umidi intermedj, e trovarli alternatamente disposti in giusta serie: avvertendo che una diversità, e diversità grande può esservi, ancorchè non appaja tosto all'occhio, e difficilmente pure si scopra con altri criterj, e che basterebbe che esistesse anche solamente nelle faccie opposte dell'istesso disco o pellicola, sull'esempio de' doppj piattelli di argento e stagno, o zinco nelle pile metalliche. Così quand'anche l'occhio non iscopra a prima giunta, o non discerna distintamente le varie specie di sostanze, ch'entrano nella costruzione di quegli organi, è verisimile che vi si trovino almeno le tre richieste all'uopo; anzi più di tre: nel qual caso ve ne sarebbe d'avanzo, senza che ciò fosse di pregiudizio; giacchè anche nelle pile attive di 1.°, e di 2.° genere si possono introdurre più di due specie di metalli, o più di due conduttori umidi diversi. Che dico verisimile? È stato già provato coll'analisi chimica, che vi si trova dell'*albumina*, della sostanza *glutinosa*, e dell'*aponeurotica* o membranosa; aggiungansi gli umori acqueo, sieroso, ed altri tanto insipidi che salini, de' quali probabilmente uno o più vi si incontreranno, o misti, o separati. E senza ricorrere all'analisi chimica, stando a differenze più facilmente marcabili, se vi è della sostanza nervea, della membranosa, della muscolare, o tendinosa, ecc. a strati alterni, o due solamente di queste ed un umore per terzo, o due umori diversi, acqueo, mucoso, linfatico, ed una sola di tali sostanze, ne abbiamo abbastanza all'uopo, sol che trovinsi tali sostanze stese ed alternate in giusto ordine e serie. Ecco dunque ciò che debbesi cercar di scoprire, e determinare: quali sostanze specificamente diverse compongano gli organi elettrici della Torpedine, e come vi si trovino combinate, e distribuite.

Venendo meno a poco a poco la forza di scuotere nella Torpedine viva, o morta, intiera o mutilata, converrà osservare se degradi egualmente la *tensione* elettrica; giacchè potrebbe questa sostenersi di più, come accade alle pile; nelle quali a misura che perdon l'umido i bollettini interposti ai doppj piattelli metallici, tutto che scemi di molto il potere delle scosse, diminuiscono di poco i segni all'elettrometro (ottenuti, s'intende, coll'ajuto del Condensatore), e sussistono ancora dopo che non si ottiene più scossa sensibile, nè cessano del tutto finchè non siano essi bollettini divenuti asciutti quasi intieramente.

Quando poi le scosse estremamente indebolite non si faranno più sentire che ad uno o due articolazioni di un dito, chi sà, che non risorgano più intense umettando gli organi elettrici d'acqua, o semplice, o salata? Chi sà che non convenga umettarli essi organi anche appena estratti dall'ani-

Digitized by Google

male? E quando avran pur cessato d'essere sensibili al dito tali scosse, io non dubito che non lo siano ancora per lungo tempo a delle rane preparate, per farle balzare. Or dunque gioverà provare, fino a qual segno, e fino a quanto tempo si possa estendere cotale azione sensibile sopra un elettrometro di sì prodigiosa delicatezza, quali sono coteste rane preparate alla maniera di GALVANI.

A proposito di tali rane, o tronchi di rane così preparati, che per un nulla di poter elettrico si scuotono, onde la più debole azione ancor della Torpedine le fa sbattere e saltare, voglionsi aver presenti, e sarà pur bene il ripetere e variare le belle sperienze di esso GALVANI, il quale poste avendone alcune sulla schiena, e a' fianchi del pesce coricato sopra un panno bagnato, le vide dibattersi tratto tratto, e talor quasi di continuo, senza che venisse essa Torpedine irritata, o desse segno di lanciare la scarica. Questo ci porterebbe a riguardare i di lei organi elettrici come sempre montati, ed in attuale azione fino a un certo segno, aventi perciò nelle loro parti abbastanza di comunicazione per un qualche trascorrimento continuo di fluido elettrico dalla schiena al ventre, o viceversa; trascorrimento assai scarso però, sicchè bastando a scuotere que' tronchi di rana estremamente eccitabili, non valga a portare scosse sensibili alle nostre mani e braccia; per produrre le quali vi voglia una più rapida e copiosa corrente, e per questa una più perfetta comunicazione, e congruo contatto delle parti tutte di essi organi elettromotori: al che come già dicemmo, si richiede od uno sforzo dell'animale, che è probabilmente una compressione che vi porta, od altro mezzo equivalente. Può anche supporsi, che nello stato naturale e di quiete della Torpedine non v'abbia per avventura che qualcuno dei tanti tubi o colonnette, di cui son composti i di lei organi elettrici, il quale sia in azione, e mantenga una piccola corrente; ovvero che ciascuna di tai colonnette agisca separatamente; e che poi si uniscano tutte insieme, e cospirino a formare una gran piena per le valide scosse sotto lo sforzo, o la compressione, di cui si è detto. Quindi ancora rilevasi l'importanza di esplorare tali organi separati dal corpo, or insieme, or parte a parte, come ho suggerito più sopra, e voi meglio saprete immaginare.

Ecco quante ricerche anatomiche, e fisiologiche vi si presentano da fare, oltre i molti tentativi e sperimenti fisici, che vi ho proposti, ed altri, che senza mio suggerimento saprete voi stesso ideare ed eseguire. Riguardo a quelle non dubito, che quanto più esaminerete, e scandaglierete gli organi elettrici della Torpedine, non siate per ravvisarvi una più grande rassomiglianza colle mie pile, anzi una essenziale conformità con quelle che chiamo di terzo genere. La costruzione affatto singolare di tali organi fu per gran tempo un arcano per i Fisici, e per i Fisiologi, e forse lo è ancora per molti; ma cessò d'esserlo per me dal momento che giunsi a costrurre i miei apparati elettro-

Digitized by Google

motori, e singolarmente le pile suddette di terzo genere, che sono, ardisco dirlo, la stessa cosa in fondo che quegli organi. Le sperienze e ricerche, che vi ho proposte, hanno per iscopo di verificare e confermar ciò in tutte le maniere, per finir di convincere chi ancor ne dubitasse, o movesse delle obiezioni. Riuscendo bene codeste esperienze, siccome spero, verranno a mostrare come si ottengano dalle Torpedini fuori dell'acqua, anzi dai soli loro organi elettrici, oltre le scosse, già note, tutti gli altri fenomeni che presentano le mie pile. Io altronde ho già mostrato come reciprocamente le pile imitino perfettamente le Torpedini eziandio sott'acqua, scuotendo e intorpidendo una mano tuffata in essa acqua: scuotendola anche prima che giunga a toccare il corpo del pesce; anche ad una considerabile distanza: ciò, che ben non si comprendeva, e ch'io spiego, comprovandolo con altre sperienze, in una maniera che non lascia più alcuna difficoltà. Ad imitazione delle Torpedini, che lanciano scosse entro al nativo loro elemento, faccio agire coteste mie pile, e dare le scosse parimenti sott'acqua, e sì anche ad una mano tuffata, che pur non giunge a toccarla: insomma le riduco ad essere vere Torpedini artificiali. La descrizione di tali mie sperienze colle spiegazioni, fa parte di una lunga memoria, che scrissi son già tre anni, e comunicai a varie persone intelligenti, ma che per alcuni riguardi non ho ancor pubblicata.

Ritornando per un momento alle sperienze più sopra indicate, che a voi confido, desidererei pure, ed oh! quanto, di potervi por mano io stesso: più altre me ne suggerirebbero dietro le osservazioni, che andrei mano mano facendo, giacchè l'esito di un esperimento, e le circostanze che l'accompagnano, dan lume per nuovi tentativi, ecc. Senza questo, anche fin d'ora, e quì, dove non ho nè per le mani, nè sott'occhio l'oggetto delle ricerche, nè posso in alcun modo procurarmelo (essendo impossibile di far venire fino a Como, e neppure fino a Milano, delle Torpedini, se non vive, almeno fresche), mi vengono in mente diverse altre ricerche, che potrebbero farsi, interessanti anch'esse, sopra codesti pesci cotanto singolari. Ma bastano per ora, e sono anche troppo all'intento propostomi quelle, che vi ho additate; tanto più, che anche a voi ne suggeriranno non poche, forse più istruttive sotto questo, e sotto altri punti di vista, le quali non vorrete, nè dovete tralasciar per le mie. In fine da tutte insieme le sperienze ed osservazioni, che farete, non posso che sperar molto, e ne attendo con impazienza i risultati. Sono intanto con perfetta stima ed amicizia.

Vostro Obbl.^{mo} Servo ed Affez.^{mo} Amico
ALESSANDRO VOLTA

(Finita di scrivere questa lettera il giorno 19 Luglio).

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXV.

L'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL COSÌ DETTO FLUIDO GALVANICO VITTORIOSAMENTE DIMOSTRATA CON NUOVE ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI.

MEMORIA

COMUNICATA AL SIGNOR PIETRO CONFIGLIACHI

PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

E DA LUI PUBBLICATA CON ALCUNE NOTE.

FONTI.

STAMPATE.

Configliachi P., Identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico. Pavia G. Giovanni Capelli. 1814. (L 33).

MANOSCRITTE.

Cart. Volt E 63; J 73; J 74; J 75; J 76; J 77; J 87 B; L 27; L 28; **L 33;** M 1; M 43.

Manoscritto Tosoni (presso Biblioteca Ambrosiana Milano).

OSSERVAZIONI.

TITOLO: del V.

DATA: dopo l'estate 1801.

L 33 è una copia della memoria stampata che qui si pubblica con correzioni autografe del V., delle quali si è tenuto conto.

E 63 è la Minuta d'un frammento del § 70.

J 73, J 74, J 75, J 77, M 1: sono frammenti di prime minute di vari §, e note scritte su fogli staccati di formati diversi e anche sul verso di lettere ricevute.

J 75 contiene, tra le altre, una lettera di Brugnatelli in data: « Pavia 13 Settembre 1802 » e altra lettera del Dandolo in data « Varese 25 Settembre 1802 ».

J 76 è la Minuta d'un lungo brano degli ultimi paragrafi.

Digitized by Google

L 27 è l'autografo della Memoria originale del V., col titolo: « *Ristretto della dottrina del così detto Galvanismo con alcune più importanti notizie intorno alla sua origine e progressi. Memoria in cui, confutata qualsiasi altra teoria, si conferma invincibilmente quella del Cav. Prof. Volta, e si risolvono le principali difficoltà e opposizioni mosse alla medesima* ». Fu scritta (in forma impersonale) dopo l'estate del 1801 come risulta al § 22.

L 28 è una copia di mano ignota dei primi 3 paragrafi.

L 33 è la copia stampata della Memoria con correzioni di pugno del V.

M 43 è una lettera di M. Van Marum in data: « Airolo ce 3 Juillet 1802 » sul dorso della quale il V. ha scritto la minuta della nota *b*.

In J 87 B trovasi un abbozzo di schema di divisione della Materia per questa Memoria; nel *verso* trovasi i seguenti brani di calligrafia del Volta: « *Questa operetta anonima se non è composizione dell'istesso Volta sembra essere quella di un suo amico ed intimo conoscitore, di qualcuno insomma che si è preso a cuore di mettere in vista le di lui scoperte riguardanti il così detto Galvanismo. di dar loro il maggior risalto, e di presentare l'insieme de' suoi principj in un colla confutazione di tutte le opinioni contrarie è certo ch'egli l'ha sbozzata almeno o ne ha fornito....*

se non è composta intieramente e quale ora appare dall'istesso Volta è credibile ch'egli l'abbia almeno sbozzata o piuttosto forniti in qualche altra forma i materiali

Non si aspetti una storia completa del Galvanismo. Abbiamo già più di un'opera di questo genere. Alcuni Giornali Tedeschi, fra' quali quello di GILBERT (Journal der Physik) *ci danno già da due anni tutti i numeri ripieni per più della metà di Memorie sul Galvanismo* ».

(Da VOLTA ALESSANDRO J.r, *La Storia e la Teoria Voltiana nelle odierne pubblicazioni.* Milano, 1892).

« Questo fascicolo è prezioso, inquantochè può considerarsi come l'ultima parola dell'inventore della pila relativamente alla sua teoria, di più va adorno di una pregevole incisione del ritratto di Volta in abito da senatore, opera del Garavaglia. Il libro è altresì seguito da un elenco di tutte le opere pubblicate dal Volta a tutto il 1813 dal quale risulta che non tutte apparvero nella Collezione dell'Antinori quantunque stampata due anni dopo (1816).

La pubblicazione avvenuta col ritardo di otto anni, quando cioè la questione dell'identità dei due supposti fluidi aveva perduta ormai la sua attualità, fu ugualmente provvida cosa perchè assicurò alla stampa un lavoro voltiano, nel quale si trovano esposte non solo le vecchie ma anche nuove sperienze assai interessanti: però rimase quasi sconosciuta fin qui in causa dell'anonimo, quantunque un biografo comasco (ab. T. Bianchi) e poi un esimio fisico, il Bellani, avessero fatto la storia di questa memoria ».

Il Volta infatti stense « il voluminoso fascicolo per un concorso di 90 zecchini bandito il 1 luglio 1805 dalla Società italiana delle Scienze che allor fioriva a Modena e contava 40 membri: il quesito proposto era: **Esporre con chiarezza, con dignità e senza offesa di alcuno, la questione sul Galvanismo fra gli egregi nostri soci sig. Giovanni Aldini e sig. Alessandro Volta.**

Le memorie presentate furono tre: quella segnata col n. II coll'epigrafe: *non plures admittendae sunt caussae quam quae verae sunt, et phaenomenis explicandis sufficiunt.* Newton: è la nostra in discorso: fu consegnata dal Volta al dott. Baronio suo scolaro e amico: perchè questi siccome opera sua la inoltrasse pel concorso.

Il Baronio fattala ricopiare sotto gli occhi del Bellani inoltrò la copia col proprio

Digitized by Google

nome nella busta chiusa alla Società di Modena e restituì l'originale che si conserva..... all'Istituto Lombardo. Ritornata la memoria al Baronio passò nelle mani del Configliachi, che la pubblicò..... alla morte del Baronio facendosi bello, se non della memoria, certo delle note che esse pure sono in gran parte del Volta stesso».

Nei Ms voltiani posseduti dall'Istituto Lombardo, le minute, delle note sopratutto, sono frammentarie, incomplete, o mancano; d'onde, di fronte alle ambiguità del Configliachi, la ragione del dubbio che sieno proprie tutte del Volta le note che si presentano a corredo della Memoria in oggetto. Il dott. S. C. Achille Ratti (ora S. S. Papa Pio XI) in una nota pubblicata nei Rendiconti dell'Istituto Lombardo (serie II, vol. XXXIV, 1901), ha risolto ogni dubbio, ponendo in luce l'importanza in proposito di un manoscritto di Raffaello Tosoni, che fu discepolo ed amico del Volta. Tale manoscritto è posseduto dalla Biblioteca Ambrosiana di Milano (E S V. 15), e porta il titolo: *Compendio | degli articoli e memorie | sull'elettricità pubblicate dal sig. Alessandro Volta | redatte (sic) da Raffaello Tosoni Sancse. | Pavia* 1808. Nelle prime 292 pagine si trova copia di lavori del Volta già pubblicati: a cominciare poi da pag. 293, col titolo «*Ristretto della teoria e dei principali fenomeni del così detto galvanismo...*», la Memoria sulla Identità del fluido è diligentemente trascritta, per intero e con tutte le note, con lievi variazioni nei confronti di quella stampata. In calce a pag. 293, una nota a richiamo del titolo, anch'essa scritta, come tutto il resto, di pugno del Tosoni, dice: «Questa memoria è stata scritta e composta propriamente dall'Illustre Volta per il concorso all'Accademia Italiana... . Il suo vero e legittimo autore si è degnato di trasmettermene i fogli scritti di suo proprio carattere affinchè mi servisse di norma per ben apprendere il corso di esperienze che avrebbe in seguito intrapreso nell'Università di Pavia (Raffaello Tosoni)». Con ciò è dissipato ogni dubbio, e si può affermare che non solo il testo, ma anche tutte le note che lo accompagnano sono del Volta.

Continua il prof. A. Volta Jr nella precitata memoria:

«Questo stupendo lavoro ricco di esperienze nuove e di argute argomentazioni non conquise una giuria titubante ed in parte galvanista, e però ebbe l'esito che il Volta si attendeva: non fu premiato ma appena preferito alle altre due: ..... Il lettore che vuol maggiori ragguagli di questo curioso episodio della vita letteraria del Volta, legga la nota del prof. Pietro Riccardi: *Sulle opere di Alessandro Volta* nel tomo XVII, delle Memorie della R. Accademia di Scienze Lettere ed Arti di Modena. Questa nota è seguita da due elenchi si può dire completi uno sulle biografie e l'altro sulla bibliografia e scritti voltiani pubblicati a tutto il 1876.

La preziosa memoria pubblicata dal Configliachi vivente adunque il Volta e certo col di lui tacito consenso..... segna, dice il compianto prof. Magrini, *l'ultimo trionfo del Volta*, esso riassume tutta la controversia famosa e la teoria voltiana trattandola in ben sette articoli».

Per ordine di tempo e di argomento qui troverebbe posto la lettera del V. diretta all'Aldini nel Dicembre 1805 che si pubblica nell'Epistolario.

In tale lettera il V. dopo avere ringraziato l'Aldini per l'invio della sua grande opera scrive:

«*rilevo che ora non siete più in quella intera opposizione di principi in cui eravate quando col vostro zio Galvani non volevate assolutamente accordarmi che i metalli fosser motori di elettricità come io pretendeva che lo sono...*».

Digitized by Google

Digitized by Google

ALLI SIGNORI STUDENTI
DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ
DI PAVIA.

Pianse non a guari il nostro bel paese l'immatura morte d'uno de' suoi più zelanti cultori delle naturali discipline e de' più valenti scolari del nostro VOLTA: ed io in lui perdetti altresì uno de' più cari amici. L'eguaglianza de' suoi studj coi miei, una pari inclinazione per essi, e molto più la sua benevolenza e fiducia a mio riguardo depositario mi resero d'alcuni suoi scritti, e della sua volontà intorno ai medesimi.

Ecco ciò ch'Egli mi comunicò su d'uno di essi, allorchè me gli inviò, su di quello appunto ch'ora io pubblico. « Non è più possibile, ch'io possa ordinare questo scritto, che giudico meri-
« tevolissimo della pubblica luce: questo giudizio siami permesso, mentre non trattasi quasi di
« cosa mia, nè voglio che per esso se ne faccia di me parola. Le idee originali che nel medesimo
« si scontrano ad ogni passo, l'invenzione delle esperienze, l'arte nell'eseguirle, la precisione ed
« utilità delle applicazioni, il linguaggio scientifico con cui è scritto, e lo stile istesso ti persua-
« deranno a chiare note, ch'io stesi queste pagine per la maggior parte sotto la dettatura del ce-
« lebre mio Maestro, e del tuo Predecessore, e che l'inventore istesso della Pila *e del* Condensatore
« è quegli che quivi ragiona ed esperimenta, e non il suo scolaro. Non ti rincresca adunque di dar
« ordine ai materiali preziosi ch'esso contiene, e ch'io non ho il merito di averli lavorati, ma bensì
« quello solamente d'averli riuniti, e d'affidarli a te ».

La volontà dell'amico fu per me un comando. Posi mano all'opra: lessi attentamente quelle carte: ripetei anche in pubblico molte delle nuove esperienze in esse riferite: conobbi a non dubitare e per la natura degli studi a cui son dedicato, e per la famigliarità, della quale mi onora il Principe degl'Elettricisti, a qual conio fossero improntate le verità ivi esposte; e convenendo perciò pienamente nel giudizio dell'amico, non esitai un istante a pubblicarle, sebbene fossero scritte già da alcuni anni, introducendovi nelle cose e nello stile medesimo quel minore cambiamento che mi fu possibile, affinchè più manifesta la loro origine apparisse, dalla quale deriva il loro grandissimo pregio e valore.

*Nel secondare però le brame dell'amico non poco m'incoraggì la persuasione, che utilissimo esser dovrebbe agli studiosi delle naturali facoltà il soggetto di questa Memoria, maneggiato con profondità e maestria. Per esso, io meco ragionava, si porrà termine una volta alla questione sul-*l'identità dell'elettrico col preteso fluido galvanico, *la quale di tratto in tratto va ripullulando sotto diversi aspetti: cadranno le tante assurde e bizzare ipotesi che si vanno fabbricando ogni giorno sulla distinzione fra* l'elettricità *ed il* Galvanismo, *o sulla supposta* elettricità animale *od* ani-

Digitized by Google

malizzata: *e si apprenderà finalmente come debbasi amministrare l'elettrico co' nuovi apparati Voltiani giusta le diverse circostanze ed il fine diverso che ciascuno si propone d'ottenere. Chi ignora, che ad onta di quanto lo stesso VOLTA, ed i suoi seguaci scrissero in questi ultimi anni intorno a questa materia, continuamente non di meno si rinvengono in molte Opere sebben accreditate, in presso che tutti i Giornali scientifici, ed anche negl'atti di alcune celebri Accademie scritti e Memorie che trattano* delle leggi diverse del galvanismo, e dell'elettricismo, dei due fluidi distinti ecc., della natura del fluido galvanico, dell'elettricità animale, del potere del solo arco animale nelle contrazioni muscolari, della differenza fra i conduttori dell'elettrico, e del fluido galvanico, *ecc.? Chi mai ignora oggidì, che la Fisiologia, e la Patologia or più che mai vanno perdute dietro simili false supposizioni, e vanno creando su di esse nuovi capricciosi sistemi, relativi alla organizzazione, alle funzioni animali, alla vita, senza trarne alcun solido vantaggio, ed a danno invece della gioventù senza sua colpa ancor troppo inesperta per potersi porre in guardia contro la seduzione della novità, e di tuttociò che è mirabile e specioso? Ben più avventurata la Chimica, la quale avendo appreso dagl'insegnamenti del VOLTA a ben disporre i nuovi suoi apparati, a renderli più energici, ad impiegare insomma l'elettrico da essi spinto come il primo fra suoi agenti, poste da un canto le false ipotesi, e presi i fatti per guida, ricca si fece in questi ultimi anni di molte e sorprendenti scoperte, ed un nuovo campo si aperse di utilissime ricerche!*

Ma oltre queste riflessioni, che mi erano del più forte eccitamento nell'intrapreso lavoro, un'altro scopo vi si aggiunse del tutto a me relativo. Intento da alcuni anni a stendere diverse Memorie intorno ai fenomeni che presentano i Pesci detti elettrici, e particolarmente la Torpedine, *delle quali ritardai finora la pubblicazione, perchè, non soddisfatto de' tentativi da me eseguiti nelle prime due volte che mi recai al mare, volli colà portarmi di nuovo; e memore di ciò che Plinio disse,* est benignum et plenum ingenui pudoris fateri per quos profeceris, *non avrei certamente potuto darle in luce senza dichiarare quanti utili consiglj il VOLTA m'avesse somministrato, e di quanto giovamento mi fosse stata questa stessa Memoria che ora presento. Ma quale può esservi migliore dichiarazione di quella di renderla di pubblico diritto, e di farla così precedere le mie ricerche? Così mentre io mi salvo anco presso i più maligni della taccia d'essermi delle spoglie altrui arricchito, que' principj e quegl'ammaestramenti vo porgendo, che sono necessarj alla piena intelligenza di quanto io sarò per riferire.*

Nel pubblicare però questo scritto, che la storia ragionata contiene del Galvanismo, *e che parmi dire si possa il compimento non solo della Memoria letta dal VOLTA all'Istituto di Francia, ma di quanto Egli stesso e gl'altri scrissero intorno a questo argomento: questo scritto che pieno di nuove osservazioni ed esperimenti, ciascuno dei quali essendo un vero* experimentum crucis, *vittoriosamente dimostra la sua teorica, impone perpetuo silenzio alle diverse sette de' Galvanisti, e chiude da un lato la porta all'errore per aprire dall'altro quella, che a nuovi trionfi conduce: volendo in qualche modo e per quanto le deboli mie forze il comportano, onorare la memoria del Grand'Uomo, la di cui scoperta segna una nuova epoca luminosa nei fasti della Fisica, e tributare un'omaggio d'estimazione alla somma penetrazione del suo ingegno, ed all'instancabile assiduità con cui tormentando la natura, non a caso ma a forza l'obbligò palesargli i suoi segreti, ardii fregiare quest'edizione del suo ritratto inciso da valente bulino: e la compii col Catalogo delle sue opere pubblicate sino a tutto lo scorso anno, compilato colla maggior possibile accuratezza. Possano i suoi scritti del pari che le sue sembianze ricordare il suo genio e le sue scoperte, e di quanta gloria Gli sia debitrice Italia, e questo Pavese Ateneo principalmente!*

A chi mai io poi poteva e per maggiore convenienza, e per maggiore utilità indirizzare questa Memoria scientifica, che a Voi, Giovani delle più grandi speranze, a Voi che assiduamente applicati alle fisiche instituzioni, prendeste il più vivo impegno nella questione che quivi si agita, e che con nobile curiosità avidi d'apprendere foste presenti alla maggior parte delle nuove esperienze in essa registrate, raccogliendone con maturo discernimento ubertoso frutto: a Voi infine che par-

Digitized by Google

*tendo da questa Università frequenti volte avrete a far utile applicazione di que' principj che in questa Memoria si contengono, e sostenitori diverrete di quella teorica elettrica ch'ebbe qui la culla, come qui ebbe origine la scoperta degl'*Elettromotori. *Questo scritto vi guarentirà, io spero, e contro la prevenzione e contro le ipotesi troppo vaghe, e vi insegnerà nel tempo stesso che insistere fa d'uopo nelle naturali ricerche, se ne è a cuore l'acquisto della verità e di nuove cognizioni. Il prisma rimasto quasi inoperoso nelle mani del Grimaldi, passò in quelle di Newton per essere fecondo delle più brillanti ed utili scoperte; ed il dotto Galvani cedè la palma al VOLTA d'una delle più grandi scoperte che siansi fatte nella Fisica, sebbene pel primo osservasse que' fenomeni che da lui presero nome, ed intorno ai quali richiamò l'altrui attenzione.*

Vivete felici per la gloria vostra e per quella della vostra patria, e compite così i miei voti.

Pavia il 1.° di Giugno 1814.

P.° CONFIGLIACHI
Prof. di Fisica Sperimentale nell'Università
e Membro dell'Istituto Italiano.

Digitized by Google

ARTICOLO I.

Del Galvanismo semplice ossia dei fenomeni così detti galvanici *prodotti dall'applicazione di soli due o tre conduttori, ossia motori elettrici diversi.*

§ 1. Si è dato il nome di *Galvanismo* ai moltiplici fenomeni derivanti in origine dalle belle ed insigni scoperte fatte da LUIGI GALVANI, Medico e Professore nell'Università di Bologna, di certe convulsioni, e forti sbattimenti, che a grande maraviglia si eccitano ne' membri recisi, e più o meno spogliati de' loro integumenti, di qualsisia animale, e singolarmente nelle gambe delle rane, e ciò in virtù di una semplice applicazione di corpi, che appartengono alla classe de' conduttori elettrici, e singolarmente di metalli, fatta in guisa tale applicazione da formare arco di comunicazione fra una ed altra parte di essi membri, massime fra nervo, e musculo. Questi effetti somigliantissimi a quelli, che produce sugli stessi organi animali una scarica elettrica artificiale anche debole, anzi pur debolissima, portarono naturalmente il celebre e sagace Professore Bolognese a pensare, che essi provenissero appunto da elettricità, e si da un elettricità naturale e propria di quegli organi, alla quale diede perciò il nome di *Elettricità animale*. Molto anche conduceva a far credere questa una vera elettricità organica, od animale, quella della *Torpedine* non dubbia, e così potente dell'Anguilla tremante denominata *Gymnotus electricus*, e di altri pesci, dotati come questi della maravigliosa virtù di produrre in chi li tocca una vera scossa elettrica.

§ 2. A tali prime scoperte di GALVANI pubblicate da lui in una egregia opera latina con figure, intitolata *de Viribus Electricitatis in motu musculari* nel 1791., ma che non venne conosciuta, che verso la primavera del 1792., a tali fenomeni delle convulsioni, e contrazioni muscolari più o meno violente ed estese nelle rane, ed altri animali a sangue freddo, e a sangue caldo ancora (*a*) altri fenomeni egualmente sorprendenti, ed altre luminose scoperte

(*a*) In quest'Opera di GALVANI, e in altre vengono riportate, oltre varie prove riuscite sopra diversi rettili, pesci, ed uccelli, alcune altre intraprese anche sopra quadrupedi piccioli e grossi, in cui si osservarono mercè l'applicazione degli archi metallici ai loro nervi e muscoli snudati, forti contrazioni di questi, ed anche gagliardi sbattimenti di tutto un arto. Le medesime prove ebbero un eguale successo anche sopra a delle membra umane amputate, e sopra intieri cadaveri, praticate le necessarie incisioni.

Tutte queste prove riescono finchè si mantiene ne' membri, o parti recise un resto di vitalità, la quale molto più presto si estingue negli animali a sangue caldo, che negli animali a sangue freddo. In questi, segnatamente nelle testuggini, nelle rane, ed altri rettili, dura molte ore, e fin de' giorni intieri, massime nella fredda stagione. Ecco perchè il grandissimo numero di sperienze si è fatto fin dapprincipio, e continua a farsi sulle rane, facili altronde a trovarsi, ed a poter essere preparate nel modo più vantaggioso.

Digitized by Google

si aggiunsero in seguito da altri fisici, che si accinsero a ripetere, e variare le *Sperienze Galvaniane*; fra' quali merita di essere distinto il nostro VOLTA Professore di Fisica Sperimentale nell'Università di Pavia e venerato mio Maestro. Le principali di queste nuove scoperte a lui dovute, e pubblicate nelle prime sue Memorie del 1792. e 1793. (che si trovano negli *Annali di Chimica* stampati in Pavia dal Professore BRUGNATELLI) sono varie sensazioni, che si eccitano cogli stessi artifizj, coll'applicazione cioè di cotali archi composti di due metalli diversi: sensazioni cioè di sapore sulla lingua, e questo acido od alcalino, secondo la disposizione rispettivamente ad essa lingua di tali metalli combinati, ed anche quando non toccano questi immediatamente la lingua, ma vi comunicano soltanto per mezzo di altri conduttori non metallici; di un lampo ossia fulgore passaggiero negli occhi; di bruciore più o meno vivo e sostenuto nelle parti molto delicate, o spogliate degli integumenti, nelle piaghe, ec.: ma soprattutto l'aver dimostrato, che la condizione essenziale perchè vengano prodotte, e quelle convulsioni, e queste sensazioni, ella è, che nell'arco conduttore, con cui compiesi il circolo, trovinsi a contatto *conduttori di specie diversa*, singolarmente metallici, onde poi conchiuse fin dall'Autunno dell'istesso anno 1792., che tali effetti provenivano tutti, non già da un'*elettricità animale* nel vero senso, cioè propria e attiva degli organi, come opinato avea, e volle poi sostenere anche in seguito il sullodato GALVANI con ALDINI, ed altri suoi seguaci, e come egli stesso il VOLTA avea pur adottato in sulle prime sotto certe condizioni; ma sibbene da un'*elettricità artificiale*, ed estrinseca, mossa cioè dal mutuo contatto di essi conduttori diversi, singolarmente metallici. Dietro codesta nuova sentenza del Professore di Pavia, che mantenne poi sempre e difese contro ogni attacco, la causa degli indicati fenomeni parvegli, e fu trovato in allora conveniente, che si chiamasse piuttosto *Elettricità metallica*, che *Elettricità animale*.

§ 3. Dicesi *metallica*, non già che sia propria esclusivamente dei metalli; ma per l'eccellenza di questi, che VOLTA chiamò conduttori e motori di *prima classe* (aggiungendo a questa classe anche i Carboni) nel potere d'incitare, e movere il fluido elettrico pel semplice mutuo loro contatto; del quale potere non sono già privi affatto gli altri conduttori non metallici, i conduttori umidi, o di *seconda classe*, essendosi l'istesso VOLTA, il quale ne dubitò per qualche tempo, accertato alla fine, e mostrato avendoci con molte prove, che ne godono pur essi, ove vengano parimente a toccarsi due di specie diversa, sebbene in grado incomparabilmente più debole che i metalli; e generalizzato avendo così il principio della forza incitatrice e motrice del fluido elettrico propria de' conduttori. Di questa dunque godono in qualche grado anche i conduttori umidi, o di 2. classe, avvegnachè in generale molto meno de' metalli, come si è detto. Epperò non è meraviglia, se anche senza alcuno di questi si riesce talvolta ad eccitare delle convul-

Digitized by Google

sioni in una rana, che preparata di fresco alla nota maniera di GALVANI, in guisa cioè che le gambe tengano alla spina dorsale per i soli nervi lombari, od ischiatici, trovisi in sommo grado eccitabile (*b*); non è maraviglia, se vi si riesca facendo arco conduttore con diverse sostanze umide, ed anche senza altro estraneo conduttore, colle parti stesse dell'animale, ripiegando per esempio semplicemente una gamba di essa rana, e facendola toccare, segnatamente in una parte del ginocchio, o dell'articolazione del piede, ai muscoli snudati del dorso, o ai detti nervi ischiatici parimente nudi. In tutti questi casi è pur visibile il contatto di conduttori fra loro diversi, quali sono

(*b*) Questa eccitabilità nelle rane così preparate di fresco, massime in alcune delle più vivaci, è tale, e tanta, che ha veramente del prodigio. Basta dire, che mostransi anche all'elettricità ordinaria delle Macchine, e delle boccie di Leyden *Elettroscopi* i più delicati, e di un'incomparabile sensibilità, venendo a convellersi più o men fortemente, come ha provato il VOLTA, fino per cariche di dette boccie, o meglio di una batteria, che non arrivano alla millesima parte di quella, che può dar segno al più squisito de' suoi elettrometri a paglie sottilissime.

Ma come potrà egli farsi, e come conoscersi, che una boccia di Leyden, od una batteria siano caricate giustamente ad $^1/_{100}$, $^1/_{200}$, $^1/_{1000}$ ec. di grado, se l'Elettrometro non indica punto così picciole frazioni? Ecco una delle maniere, che adopera il nostro VOLTA per determinare tali cariche, se non esattamente, presso a poco, e che a noi pure sembra la migliore. Provisi con quante scintille d'un piccolo, e debole Elettroforo si carichi a dati gradi una boccetta di Leyden poco capace, come sarebbe di dieci pollici quadrati di armatura, e di vetro non sottilissimo; e trovato che vi vogliano per es. 10, 20, 30 di tali scintillette per caricarla ad 1, 2, 3. gradi dell'Elettrometro a pagliette, si passi (dopo aver distrutte tali cariche intieramente) a caricarla un'altra volta con una sola scintilla: ben si vede, che la carica, o tensione elettrica non potrà giungere, che ad $^1/_{10}$ di grado circa. Lasciata ora tal boccetta, si prenda altra boccia, o giara grande, di una capacità supponiamo 4. 6. 8. 10. volte maggiore, quali sarebbero delle boccie, che avessero 40, 60, 80, 100. pollici quadrati di armatura, e il vetro della stessa spessezza: questa boccia grande si carichi essa pure con una sola scintilla dello stesso elettroforo; e la carica, ossia tensione si comprende, che non arriverà che ad $^1/_{40}$ ad $^1/_{60}$, ad $^1/_{80}$, ad $^1/_{100}$ di grado, secondo che l'armatura sarà di 40, 60, 80, 100. pollici quadrati. Calcolando per egual modo una batteria di molte boccie, che tutt'insieme facciano 1000 poll. quad. di armatura, cioè presso a 7. piedi quadrati, non si caricherà per una sola scintilla del solito elettroforo, che alla tensione di $^1/_{1000}$ di grado. Ecco dunque come facilmente si possono valutare con sufficiente giustezza le cariche debolissime delle boccie, e batterie, molto al dissotto cioè del più picciolo grado elettrometrico visibile.

Ora queste cariche deboli a cotal segno, portate da quella picciola quantità di fluido elettrico, che fornisce con una sola delle sue scintillette il meschino elettroforo a ciò impiegato, cariche di $^1/_{10}$, di $^1/_{40}$, di $^1/_{60}$, di $^1/_{80}$, di $^1/_{100}$, e finalmente di $^1/_{1000}$ di grado dell'elettrometro di VOLTA a pagliette sottili, corrispondentemente alle boccie di Leyden di 10, 40, 60, 80, 100, 1000, poll. quad. di armatura negli esempj recati, siffatte cariche, dico, aventi tensioni elettriche insensibili a questo, e a qualsiasi più delicato elettroscopio artificiale, qual è quello a listarelle di foglia d'oro di BENNET, riescono pure sensibilissime, come ha provato esso VOLTA a certi altri elettroscopi naturali, ossia animali, quali sono le rane preparate ec., su cui si

Digitized by Google

nell'ultimo addotto esempio essa parte del ginocchio, o dell'articolazione del piede, la quale mostrasi bianco-lucente, tendinosa e dura, e que' nervi, o que' muscoli assai più molli, e intrisi d'altro umore.

E che in fatti quelle convulsioni (altronde non molto forti in simili casi), quando pure accadono, siano dovute alla diversità delle parti, che vengono portate al mutuo contatto, si fa vieppiù evidente al VOLTA dall'aver egli osservato, che qualora non succedano, perchè, secondo lui, la picciola differenza superficiale tralla parte della rana, e il dorso, o i nervi, cui portasi quella a toccamento, non valga ad incitare sufficientemente il fluido elettrico per produrre in essa rana le convulsioni (le quali diffatto mancano sovente facendo così l'esperienza, e sempre, poi mancano, ove la rana non sia delle più vigorose, e preparata di fresco nella migliore maniera; laddove impiegando per arco conduttore, ossia pònendo nel circolo a mutuo contatto due metalli abbastanza diversi, come argento e stagno o meglio zinco, non mancano mai, e si ottengono anche senza quella preparazione cotanto vantaggiosa della rana, cioè anche in una rana intiera, e trucidata soltanto, o al più scorticata, che è 30. o 40. volte meno eccitabile di una compitamente preparata), ove, dissi, non succedano tali convulsioni, o malamente vi si riesca, e con difficoltà coll'addurre semplicemente questa o quella parte della gamba al contatto de' detti nervi, o muscoli; assai più facilmente ottengonsi, e più strepitose coll'interporvi un corpo intriso di qualche umore eterogeneo, o salino, o collo sporcare di tal umore l'una, o l'altra di codeste parti, che si adducono al combaciamento. La cosa riducesi dunque anche qui all'impulso dato al fluido elettrico da un *contatto eterogeneo* di conduttori; impulso tanto più efficace, quanto è maggiore tal eterogeneità, ossia la differenza tra i due corpi, o superficie, che applicansi a mutuo contatto.

§ 4. Ecco come spiegava il nostro VOLTA in alcune lettere al Professore VASSALLI (pubblicate nel già citato Giornale di BRUGNATELLI anno 1796.) quelle sperienze delle convulsioni eccitate, senza l'applicazione di alcun metallo, nelle rane squisitamente preparate, ed al sommo irritabili; sperienze, per cui credettero i *Galvanisti* di trionfare: ecco come riuscì a rendere vani questi ultimi loro sforzi per sostenere la pretesa *elettricità animale*. A tali spiegazioni, e dimostrazioni si arresero molti; ma altri vollero pur difendere

---

scarichino convenientemente, eccitandovi le stesse forti convulsioni, che vi si eccitano cogli artifizj galvanici, portanti essi pure cariche, e scariche elettriche debolissime, e affatto insensibili ai comuni elettrometri: insensibili, dico, quando a rilevarle non si metta in opera un buon Condensatore; giacchè con tal presidio possono rendersi marcabili ai più delicati di tali elettrometri almeno e queste, e quelle cariche: nel che per conseguenza van esse del pari; vanno sì del pari il galvanismo, e l'elettricità comune in ciò, siccome pure in tutto il resto, conforme vedrassi meglio nel seguito di questa Memoria.

Digitized by Google

la prima opinione di GALVANI, e cercarono tutte le vie d'impugnare quella vittoriosa del Professore di Pavia (*c*).

(*c*) Il Professore ALDINI nella Parte terza di un'operetta da lui pubblicata nel 1802. (*Saggio di Esperienze sul Galvanismo*), e di nuovo nella sua Opera grandiosa intitolata *Essai théorique et expérimental sur le Galvanisme* 1804 torna in campo colle sue rane tagliate, le quali nelle più favorevoli circostanze di ottima compita preparazione, e di una eccitabilità in sommo grado (vedi nota *b*) convellonsi in guisa di vibrar fortemente e a slanci le gambe, qualunque volta venga stabilito un arco di comunicazione tra i muscoli di queste, e i nudi nervi lombari, formato tal arco di diversi conduttori umidi, senza alcun metallo, anzi pure di sole sostanze animali: torna ad obbjettare le antiche sperienze di GALVANI e sue, nelle quali otteneansi le anzidette convulsioni, sia coll'inclinare detti nervi pendenti, e condurli pianpiano a baciare la viva carne della coscia; sia col ripiegare una gamba, e portare uno od altro de' suoi muscoli, segnatamente qualche parte tendinea di questi, a contatto de' nervi medesimi, o del pezzo di tronco, che trovisi ad essi unito; sia coll'interposizione a queste parti di altre muscolari, tendinee, ec. recise al medesimo, o ad altro animale, o di altre sostanze conduttrici, animali o non animali: sperienze che sono state fatte, e variate anche da altri, particolarmente dal Dott. VALLI, e dal VOLTA medesimo: torna, dico, l'ALDINI in campo con queste ben note sperienze, che esso VOLTA ha già spiegate compitamente nelle sopracitate lettere al Professore VASSALLI, e in altre Memorie; e ne aggiunge delle nuove affatto analoghe, che ricevono per conseguenza la medesima spiegazione; come sono quelle per esempio di eccitare le solite convulsioni nelle rane preparate ancor qui di tutto punto, ed irritabilissime, sostenendole con una mano umida pe' piedi, ed adducendo i loro nervi ischiatici, o il pezzetto di spina, o tronco rimastovi attaccato, al contatto della lingua sporgente di un vitello, o di altro grosso animale trucidato di fresco, mentre un dito dell'altra mano bagnato di acqua salsa tiene turato l'orecchio dello stesso animale, o meglio sta inserito nella midolla spinale del teschio reciso: sperienze che non hanno altro d'importante, che l'apparato di un più gran macello; e che altronde si riducono anche più chiaramente delle altre fatte colla rana sola, al principio stabilito, e dimostrato dal VOLTA, che tutti cioè i conduttori diversi posti a mutuo contatto incitano e movono in virtù ed a norma di tale diversità, anche solo superficiale, il fluido elettrico; i metalli generalmente assai più, che i conduttori di 2. classe, ossia umidi, ma però anche questi, ove sieno molto diversi, abbastanza, cioè al segno di poter produrre le convulsioni in rane ottimamente preparate, che sono pur tanto eccitabili, come abbiam fatto osservare (§ 3. e nota *b*). Ora qual cosa più evidente del contatto di sostanze fra loro diverse in tutte queste sperienze?

Del resto può essere benissimo, e sembra anche molto probabile all'istesso VOLTA, che il maggior potere d'incitare il fluido elettrico, e spingerlo da uno in altro corpo, in virtù della specifica loro diversità, ritrovisi, dopo i metalli fralle sostanze animali; come un potere ben marcato trovasi fralle saline, i solfuri, ed altrettali materie si tra loro, che con dette sostanze animali, e più coi metalli; e che sia in oltre tanto maggiore tal potere e virtù, quanto sono desse sostanze animali più succose, fresche, e vive, e con ciò più sostanzialmente diverse, mantenendo ciascuna la propria distinta natura, e costituzione. Con tal supposizione può spiegarsi facilmente la grande attività, e gli effetti cotanto energici degli organi elettrici della Torpedine, ne' quali trovasi un grandissimo numero di pezzi combacianti e ordinati in molte serie, quante cioè sono le membranette o pellicole applicate l'una sopra l'altra, che riempiono i molti tubi, onde sono siffatti organi composti, i quali perciò rassomigliano pur bene al nuovo apparato di VOLTA ossia alla Pila, come vedremo.

Digitized by Google

§ 5. In mezzo a questi dispareri, e contrasti per ammettere piuttosto l'*Elettricità animale* di GALVANI, propria cioè e attiva degli organi, ossia procedente, com'egli la voleva, da un principio, e funzione vitale, o l'*Elettricità metallica* nel senso qui sopra spiegato di VOLTA § 3., mossa cioè dal semplice mutuo contatto di conduttori tra loro diversi, animali o non animali, ma singolarmente metallici; in mezzo a sì grande diversità di opinioni, abbenchè pochi ormai si attenessero a quella del GALVANI, si adottò nullameno comunemente, e si ritenne il nome di *Galvanismo*, ad onore dello scopritore de' primi fenomeni di questo genere; e si volle designare con tal nome tanto i fenomeni medesimi, quanto la loro causa, qualunque ella si fosse.

§ 6. La qual cosa però diede occasione ad equivoci, ed errori, conciosiachè deviando dal nome di elettricità, si cominciò da taluni a pensare che il Galvanismo fosse tutt'altra cosa; s'immaginò un nuovo agente, un fluido particolare, che chiamossi *fluido galvanico*; si dissero poi, e si pensarono di questo fluido supposto, e di nuova stampa cose portentose, che inutile sarebbe di qui riferire. In tal modo predicando, ed interpretando a loro talento il nome di *Galvanismo* si allontanarono que' Fisici assai più che il VOLTA dall'opinione di GALVANI: giacchè il Professore di Pavia ritenea pure l'elettricità sostenuta da quello di Bologna, rigettando solamente il predicato di *animale*; laddove gli altri rinunciavano intieramente a qualsiasi elettricità, epperò al più sostanziale; o se alcuni non escludevano del tutto il fluido elettrico dai fenomeni in questione, ve lo facevano intervenire per poco, e solo accidentalmente.

§ 7. Tra quelli, che riconoscendo la troppo manifesta analogia del fluido elettrico col preteso galvanico nel modo di agire, ne' rispettivi conduttori, o coibenti, ne' principali effetti in somma, pur si avvisarono di negarne assolutamente l'*identità*, in vista di alcune apparenti differenze (le quali ha mostrato in seguito il VOLTA, che punto non sussistono), distinguesi HUMBOLDT, celebre Naturalista Tedesco, e Fisiologo a viste ed ipotesi qualche volta troppo trascendenti, o troppo azzardate; il quale concedea in vece ai Galvanisti, che un cotal fluido, parente in certo qual modo dell'elettrico, ma però, come egli immaginava, specificamente diverso, avesse sede, ed origine negli organi animali, e da questi incitato e mosso per virtù loro propria, ossia per un'azione del principio vitale producesse, non che i fenomeni, di cui si tratta, molti altri dell'economia animale (*d*).

(*d*) Veggasi la sua grande opera tedesca *Versuche über die gereitzte Muskel, und Nervan-Faser*, ossia Sperienze sopra la fibra muscolare, e nervea irritata Vol. I.° e II.°, la qual opera fu alcuni anni sono tradotta in Francese. Dopo tal epoca però, al ritorno da' suoi celebri viaggi nell'America meridionale tanto proficui ad ogni ramo delle Scienze naturali, lo stesso HUMBOLDT amico già prima del nostro VOLTA, cui era stato a visitare espressamente a Como dieci

Digitized by Google

§ 8. Intanto il VOLTA continuando a non vedere ne' fenomeni galvanici altro che l'azione, e gli effetti del vero, semplice, e genuino fluido elettrico, e sostenendo ognora ch'esso fluido veniva incitato e mosso dal solo mutuo contatto di conduttori diversi tra loro, animali, o non animali, solidi, o liquidi, ma singolarmente dai metallici, aggiunto avea sempre nuovi argomenti, e prove di tali suoi principj colle Memorie successivamente pub-

---

anni sono, innanzi cioè di intraprendere tali viaggi, in alcune conferenze ch'ebbe col medesimo nell'anno 1805. a Milano ed a Como, mostrossi rinvenuto dall'antica sua opinione, convenendo ormai intieramente nella teorica, e spiegazioni di esso VOLTA; come appare da alcune delle molte opere, frutto de' scientifici suoi viaggi, le quali, in questi ultimi tempi comparirono alla pubblica luce.

Un altro eccellente Fisico Italiano bensì, ma che dimorò molti anni a Londra, ove ha pubblicato molte opere stimabilissime tutte in Inglese, il Sig. TIBERIO CAVALLO, amico pur esso, e corrispondente del nostro VOLTA, essendosi finalmente accertato anche colle proprie sperienze, che qualche elettricità, pur eccitavasi pel contatto mutuo di alcuni metalli, conforme questi avea dimostrato in varie, e più belle maniere (di che parleremo tantosto), fu nondimeno d'avviso, che sì debole elettricità, qual appariva, indicata cioè appena dai più sensibili elettrometri coll'ajuto del condensatore, non potesse essere da tanto di produrre le forti convulsioni, che si ottengono col Galvanismo; le quali perciò pretese doversi attribuire ad un altro agente chiamato acconciamente *galvanico*, per distinguerlo dall'elettrico. È credibile però, che siasi egli pure arreso infine alle risposte date da esso VOLTA a siffatte obbiezioni, e alle prove dal medesimo addotte, come vedremo, onde dimostrare, che tale debolissima elettricità, essendo *continua* ed *indefiziente*, è più che bastevole a produrre quelli, ed altri insigni effetti, coll'esempio singolarmente di grandi boccie di Leyden, o meglio di capacissime batterie, le quali caricate similmente a debolissimi gradi, sia con pochi giri delle ordinarie macchine elettriche, sia con alcune scintille di un elettroforo, sia finalmente con un breve contatto di una buona *pila* (di che parleremo ampiamente a suo luogo), caricate, dissi, debolissimamente, per es. ad un solo grado, ed anche meno dello stesso elettrometro sensibilissimo di CAVALLO, o del più squisito di BENNET, (vedi nota *b*), pur colle loro scariche, le quali in grazia dell'amplissima capacità di esse boccie si fanno in più istanti successivi, ossia durano un certo tempo, come spiegherassi a suo luogo, producono scosse sensibili non che nelle rane preparate o non preparate, nelle mani e braccia d'uno, o più Uomini, ec.

Simile obbjezione tolta dall'insensibile, o quasi insensibile elettricità, che nasce dal contatto mutuo de' metalli anche più differenti tra loro, e quindi più attivi, ed anche da molte coppie di questi ben assortite, e interpolate da strati umidi, onde vengono composte le così dette *pile galvaniche* (invenzione la più luminosa del nostro VOLTA, a cui presto vedremo, com'egli è stato dalle sue precedenti scoperte condotto), simile obbiezione si è promossa nuovamente dall'illustre Ab. VASSALLI Professore a Torino, e più volte riprodotta da lui, cioè in un *Saggio sopra il fluido galvanico* pubblicato negli Atti della *Società Italiana* delle Scienze, poi in due Memorie fra quelle dell'Accademia Imperiale delle Scienze ec. di Torino per gl'Anni X. e XI. XII. e XIII. Ecco come si esprime nell'ultima dopo aver riportata l'esperienza del niuno, o quasi niun segno, che dà il suo delicato elettrometro (alla foggia di quello di BENNET) al contatto di una buona *pila* « Il n'y a donc point de doute que le fluide de la pile, qui secoue « si fortement, n'est pas de la nature du fluide électrique de la bouteille; car s'il en étoit il pro- « duiroit une divergence plus de mille fois plus grande, au lieu qu'il n'en produit aucune »

Digitized by Google

blicate nei sopracitati *Annali di Chimica*, finchè giunse a dimostrare con esperienze dirette cotesta elettricità propria de' metalli, e in generale di tutti i conduttori, che era sembrata dapprima un paradosso, e contro gli si erano elevati fortemente GALVANI, e i suoi seguaci: sperienze, le quali comunicò esso VOLTA fin dal 1796. al Professore GREN di Halla in due lettere, che furono inserite nel di lui Giornale tedesco molto accreditato (*Neues*

(Memoires de l'Academie Imperiale des Sciences, Litterature, et Beaux Arts de Turin, pour les Années XII. et XIII. 1805). Il lodato Fisico sembra pertanto non aver fatto caso delle qui sopra indicate risposte, e spiegazioni già date dal VOLTA in varie delle sue Memorie; come non aveva mostrato già prima di arrendersi a ciò che questi era venuto deducendo in varie lettere a lui medesimo dirette, e pubblicate, a confutazione dell'elettricità animale, che ancor volea sostenersi da' Galvaniani, e in riprova di quella eccitata dal semplice combaciamento di conduttori diversi. Ora crederem noi che sia per decampare il VASSALLI dal suo fluido galvanico distinto, ed adottare l'identità di esso coll'elettrico, ch'ei si converta alfine per tutto quello dippiù, che a piena confutazione delle sue, ed altrui obbjezioni addurremo nel presente scritto? Giova sperarlo; o che rimarrà omai solo in quella sua opinione abbandonata oggidì da tutti, o quasi tutti i Fisici.

Dico *quasi tutti*, giacchè degl'Inglesi, e dei molti Tedeschi, che al Galvanismo fin dalla sua prima comparsa si applicarono con fervore, pochi anche dapprincipio dubitarono dell'identità dell'agente galvanico ed elettrico, e pochissimi la negarono apertamente, e appena v'è in oggi chi più la ponga in questione; e degli stessi Francesi, che più decisamente, e in maggior numero eransi dichiarati per un supposto fluido galvanico diverso dall'elettrico, sappiamo che, dopo la comparsa, che fece a Parigi il nostro VOLTA l'autunno del 1801. l'esposizione delle sue sperienze, e la lettura di alcune sue memorie a quell'Istituto, che furono seguite dal rapporto cotanto favorevole de' Commissarj; dopo altre Memorie su tal soggetto del Sig. BIOT, si fece una compita rivoluzione d'idee, e trionfò la teorica di esso VOLTA, cosicchè non v'è più colà a nostra cognizione chi apertamente la contrasti, almeno sul punto della già questionata, ed ora decisa identità del galvanico coll'elettrico.

Ecco come si esprimevano i prefati Commissarj, nel loro Rapporto verso il fine del medesimo « Tel est à peu près le precis de la theorie du Cit. VOLTA sur l'electricité, que l'on a « nommé galvanique: il en a reduit tous les phénomenes à un seul, dont l'existence est mainte« nant bien constatée: c'est le developpement de l'electricité metallique par le simple contact. « Il paroit prouvé par ces expériences, que le fluide particulier, auquel on attribua pendant « quelque tems les contractions musculaires, et les phoénomenes de la pile, n'est autre chose « que le fluide electrique ordinaire mis en mouvement par une cause, dont nous ignorons la « nature, mais dont nous voyons les effets ».

A questo luogo non vogliamo tralasciare di dir qualche cosa del celebrissimo Fisico Ginevrino DE LUC, Lettore della Regina d'Inghilterra. Questi dunque in una sua opera intitolata *Traité elémentaire sur le fluide Electrico-Galvanique par I. A De Luc.* Paris 1804. ritiene ed ha per dimostrato, che il fluido galvanico sia in origine, e sostanzialmente lo stesso che l'elettrico: ma presume, che acquisti qualche nuova modificazione per entro al congegno medesimo della pila, od apparato *elettromotore*: diverso in ciò da altri Fisici (fra i quali deesi il primo luogo allo stesso GALVANI), i quali immaginano che il fluido elettrico venga anzi in alcuna guisa, e più o meno modificato dagli organi animali, da' quali, secondo alcuni, move egli, o pe' quali, secondo tutti, trascorre. Vane ed inutili supposizioni e queste e quelle! come ve-

Digitized by Google

Journal der Physik Band IV.), e poscia negli *Annali* suddetti con più ampia descrizione, e che pubblicò di nuovo con ulteriori aggiunte in due altre lettere anonime ad ALDINI del 1798. stampate parimente negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI: giunse, dico, il VOLTA a far conoscere una tal vera, e propria elettricità de' conduttori diversi, eccitata dal solo mutuo contatto, a dimostrarla, e metterla sott'occhio con esperienze dirette, semplici, e chiare: a rendere cioè sensibile all'elettrometro coll'ajuto del *Condensatore* (stromento pur esso di sua invenzione, e veramente prezioso) l'elettricità, che si eccita 1.° col semplice mutuo contatto di due metalli diversi, o di un metallo col carbone: 2.° pel contatto di un metallo, carbone, piombaggine, ec.; conduttori, com'egli li chiama, di prima classe, con un conduttore umido, o di seconda classe: 3.° pel contatto di due di quest'ultima classe, pur diversi

---

dremo. Intanto però nè gli uni nè gli altri, nè DE LUC, pretendono, che cessi d'essere vero fluido elettrico, che venga cioè soltanto costituito un fluido di specie diversa, allorchè esso fa le funzioni, e prende il nome di galvanico.

Saranvi dunque solo tra gli Italiani de' Fisici, che cercano ancora in oggi di sostenere, o ristabilire l'opinione di una vera sostanziale differenza tra l'Elettricità, ed il Galvanismo? Saravvi chi pretende aver dimostrato essere quella e questo effetti di due fluidi tutt'al più congeneri, e aventi qualche analogia; ma distinti tra loro, e specificamente diversi? Così è: sono Italiani di nazione e il Prof. VASSALLI, che, come abbiam veduto, si è fatto anche ultimamente propugnatore di tal sentenza abbandonata ormai da tutti gli oltramontani, ed il Prof. ALDINI, che si dichiara per la medesima, avvegnachè meno apertamente, e, come pare, con qualche riserva. È cosa ben singolare, che dopo aver egli mostrato per più anni tanto impegno a sostenere l'opinione del suo Zio GALVANI, cioè la pretesa *elettricità animale*, vi rinunzj da ultimo quasi apertamente nella parte più sostanziale, non parlando più nelle opere citate nella nota precedente (*c*), per tutto ciò che riguarda la causa dei così detti fenomeni galvanici, di fluido elettrico, e di elettricità, ed attenendosi strettamente ai nomi di *agente galvanico*, *fluido galvanico*; e facendo anche con altri indizj intendere, che per lo meno dubita egli molto dell'identità di questo fluido galvanico coll'elettrico; massime laddove instituisce una specie di confronto, e marcati alcuni punti di analogia, ne indica altri, in cui sembrano differire (nell'articolo della sua grande opera = *Analogie, et anomalie, qui passent entre l'Electricité, et le Galvanisme* = le quali differenze od anomalie sono poi quelle stesse già da altri obbjettate, e già ribattute da VOLTA, il quale ha dimostrato, e noi pure lo faremo vedere in questa Memoria, che in tutto, e per tutto conviene il Galvanismo coll'Elettricità, e che non v'è neppur ombra di anomalia. Sappiamo anche, che in alcune conferenze con altri Fisici Italiani, ed esteri si è avanzato ALDINI a negare assolutamente, che possa chiamarsi *elettrico* l'agente *galvanico*. Un sì solenne cambiamento in lui, seguace per tanto tempo di GALVANI, e così addetto alle opinioni dello Zio, è, torniamolo a dire, ben singolare. Ma più singolare è ancora, che pretenda con ciò di sostenere l'onore di esso GALVANI, e della sua teorica. Ma infine cosa guadagna egli abbandonando una parte cotanto essenziale della medesima? Niente per ciò che riguarda la spiegazione de' fenomeni, la quale con questo *fluido galvanico* di nuova stampa, e che non si sa cosa sia, diventa anzi vaga, oscura, incerta. Altronde vien egli così l'ALDINI ad abbracciare ambedue gli errori, aggiungendo a quell'antico di GALVANI, e suo, consistente in far procedere dall'interno degli organi animali, e da funzione propria di loro,

Digitized by Google

tra loro: giunse ad averne segni decisi all'elettrometro, e abbastanza marcati, per poter determinare ancora di tali elettricità la specie in ciascuna prova, e il grado; cioè in quale de' corpi così combaciati risulti *positiva*, vale a dire *per eccesso*, in quale *negativa*, ossia *per difetto*, e presso a poco di qual forza, almeno comparativamente, essendo che in tutti è ben picciola tale forza, o *tensione elettrica*, come da lui si chiama, e picciolissima soprattutto nel combaciamento de' soli conduttori umidi tra loro (*e*).

§ 9. Ella è così picciola anche fra metalli, anche fra i motori più attivi di questa classe, fra quelli, cioè che affrontati agiscono dippiù, come argento e zinco, che per una sola coppia di questi non può in alcun modo rendersi sensibile direttamente al più delicato elettrometro.

---

anzichè da' conduttori applicati convenientemente all'esterno, e dal mutuo combaciamento di questi, che siano fra loro diversi, l'azione producente le scosse, ec., in una parola nel supporre tali organi *attivi* quando sono meramente *passivi*, aggiugnendo, dico, ad un tale primo errore l'altro de' novatori antielettricisti, che è di negare, che il fluido messo in azione sia il vero e genuino fluido elettrico: errore quest'ultimo tanto meno perdonabile in oggi, quanto che dalle successive sperienze di VOLTA, e dai nuovi suoi apparati sono state moltiplicate le prove, e prove irrefragabili e dirette, come andiamo a vedere, di cotal elettricità mossa dal semplice mutuo contatto di conduttori diversi, massime metallici; ed è stato dimostrato ad evidenza bastare codesta elettricità da sè sola alla produzione di tutti i fenomeni, che si osservano nel così detto Galvanismo, come pure si farà manifesto.

Termineremo questa lunga nota col far osservare, che fu proposta, e adottata da alcuni Fisici, quasi per mezzo termine, ossia modo di conciliazione, l'espressione di *Elettricità galvanica*, la quale può correre benissimo qualora le si attacchi semplicemente il senso di elettricità eccitata, e mossa con mezzi ed artifizj analoghi a quelli, che primo di tutti adoperò nelle sue originali sperienze GALVANI, col semplice combaciamento cioè di due, o più corpi scelti dalla classe de' conduttori, massime metallici; e si ritenga essere pura e semplice elettricità, in nulla diversa da quella, che si eccita cogli altri mezzi già da gran tempo conosciuti, colle ordinarie macchine, ec. Ma se intendasi, che il fluido elettrico venga in tali sperienze galvaniane modificato diversamente, animalizzato, come alcuni han supposto con GALVANI medesimo, chiamandolo fluido *elettrico animale*, ovvero composto, decomposto, od alterato comechesia, o che vi si associi altro agente, egli è un deviare dalla semplicità insieme, e dalla verità. Epperò neppur questa espressione di *Elettricità galvanica*, che può dar luogo a simili idee, ed equivoci, vuolsi da noi ammettere; e piuttosto la diremmo con altri Fisici *Elettricità Voltiana*, avendo il VOLTA mostrato d'onde procede, ed inventato quegli apparati, che tanto l'ingrandiscono, le sue pile cioè od elettro-motori composti, di cui tratteremo di proposito nell'articolo seguente.

(*e*) Però è, che con questi soli, senza l'intervento cioè di alcun metallo, o conduttore di 1. classe, non si riesce a produrre le convulsioni in qualsivoglia membro o muscolo di animale, se non sia al sommo eccitabile, in un grado cioè veramente prodigioso, come abbiam già fatto osservare (§ 3., e nota *b*) che sono le rane preparate di tutto punto alla maniera di GALVANI, e vivacissime. Per poco che siano queste men vivaci, o non compitamente preparate nell'indicata maniera, mancano anche in esse le convulsioni, e solo possono ottenersi mercè il contatto di metalli, o di carboni e metalli.

Digitized by Google

Ed ecco, per dirlo qui di passaggio, perchè non fu scoperta prima siffatta elettricità originaria ossia propria de' metalli, e degli altri conduttori anche umidi e si chiamarono quindi *anelettrici*, ossia non elettrici, quando pur sono veri *idioelettrici*, elettrici per sè, non così eminentemente come il vetro, il solfo, le resine, ec. riguardo al grado o intensità di forza, a cui vengono portati questi mercè di un congruo strofinamento; ma a migliore diritto di questi, riguardo a che per ispiegare la loro virtù elettrica, qual ella sia, non han quelli (i metalli) punto bisogno nè di strofinamento, nè di percossa, o pressione, bastando un semplice contatto di due tra loro dissimili, e continuando poi incessantemente tale loro azione per tutto il tempo che mantiensi esso contatto. Chiaminsi pur dunque anche i metalli elettrici per sè; o per distinguerli dagli altri, che sono da lungo tempo in possesso di questa denominazione, ed esprimere meglio la virtù che li distingue, si dinotino col nome che loro dà il nostro VOLTA di *incitatori*, o *motori* di elettricità.

§ 10. Quanto al grado di forza, con cui agiscono, ossia all'intensità di cotal elettricità mossa così dal semplice mutuo contatto di questi corpi, anche i più diversi tra loro, anche dell'argento e zinco, che pur eccellono, ella è, torniamo a dirlo, così piccola, che vi abbisogna dell'ajuto di un ottimo *Condensatore*, per far movere di alcun grado l'elettrometro a paglie lunghe e sottili del VOLTA, per far divergere le punte di tali pagliette di 1. linea (ossia 2. de' suoi gradi), o poco più: cosicchè calcola il lodato autore, che la *tensione* di elettricità positiva indotta nello zinco, e della negativa nell'argento in virtù del mutuo loro contatto arrivi appena ad $^1/_{60}$ di grado di tal suo Elettrometro, che è pure de' più sensibili, e cede poco a quello di BENNET a listarelle di foglia d'oro. Per altri metalli meno diversi sotto tale rapporto, ossia meno attivi nel mutuo contatto, come argento e rame, rame e ferro, piombo e stagno, l'elettricità che nasce dal loro combaciamento è 10. o 12. volte minore, cioè giunge al più ad $^1/_{600}$ di grado; e minore ancora, tantochè non arriva per avventura ad $^1/_{1000}$ di grado, la eccitata dall'accoppiamento di qualsiasi metallo con conduttori di 2. classe, ossia corpi intrisi di umori poco diversi dall'acqua, o peggio dal contatto di soli conduttori di questa 2. classe fra loro. Le quali minime elettricità ha potuto pure col presidio di ottimi Condensatori renderle sensibili e manifeste il nostro VOLTA (veggansi le citate sue Memorie). Invero non vi voleva che lui, ed il corredo, ed uso ingegnoso de' suoi stromenti, per iscoprire elettricità cotanto deboli, che, come in addietro, così per lungo tempo in avvenire, e forse per sempre, sarebbero sfuggite ad ogni altro più attento osservatore.

Digitized by Google

ARTICOLO II.

Del Galvanismo composto o a meglio dire Voltaismo, cioè degli apparati formati da una serie ordinata di Elettromotori semplici.

§ 11. Abbenchè queste sperienze fossero nel loro picciolo abbastanza decisive, e sufficienti a dimostrare il gran principio scoperto, e stabilito dal VOLTA, dell'elettricità cioè mossa dal semplice mutuo contatto de' conduttori diversi, massime metallici; era però naturale ch'egli cercasse di rendere questi effetti elettrometrici (che fino allora non avea portati, che a 2. o 3. gradi al più del suo Elettrometro sensibilissimo) più cospicui, onde colpissero davantaggio: al che riuscì ben presto, ad ottenere cioè 10. 20. 30. gradi, coll'impiegare due Condensatori in vece di un solo, nel modo che viene da lui descritto nelle citate Memorie, e che sarebbe troppo lungo di qui spiegare. Conviene anche dire, ch'egli è unicamente coll'ajuto di Condensatori doppj, che ha potuto fin qui avere de' segni elettrici dal contatto mutuo di soli conduttori umidi, l'azione de' quali, per quanto sieno diversi, è affatto minima, come si è detto già più d'una volta; per quelli almeno che ha sottoposti alle prove, e che non son molti. Crede egli però, che ve ne possano essere di più attivi; e questi presume che trovinsi fralle sostanze animali e viventi, de' quali la natura abbia potuto servirsi per la costruzione de' mirabili organi elettrici della Torpedine, ec. (*f*).

§ 12. Ma non contento ancora, pensò ai mezzi di accrescere realmente la forza od intensità della sua *elettricità metallica* (già più percettibile di quella degli altri conduttori) in guisa di poter far dare all'elettrometro de' segni ben marcati a dirittura, senza punto aver bisogno di *Condensatore* nè doppio, nè semplice, e se fosse possibile, di ottenere anche la scintilla, delle commozioni nella braccia, ec.; e rinvenne alfine sul cadere dell'anno 1799. quell'artifizio, il quale non che appagare, superò di molto la sua aspettazione. Ognuno già comprende essere questo il nuovo suo apparato Galvanico, o a dir più giusto, elettrico, che ha fatto tanto rumore in tutta l'Europa ed occupa anche in oggi un gran numero di Fisici di Chimici, e di Medici. Ecco come vi fu condotto.

§ 13. Avea digià trovato, che ove in una catena di conduttori in circolo, parte di 1., e parte di 2. classe, trovinsi più coppie metalliche attive, ossia eterogenee, ciascuna di queste impelle, e move il fluido elettrico nella direzione, e colla forza, che a lei compete; onde si elidono quelle di tali forze,

(*f*) V. la nota (*e*) sul fine.

Digitized by Google

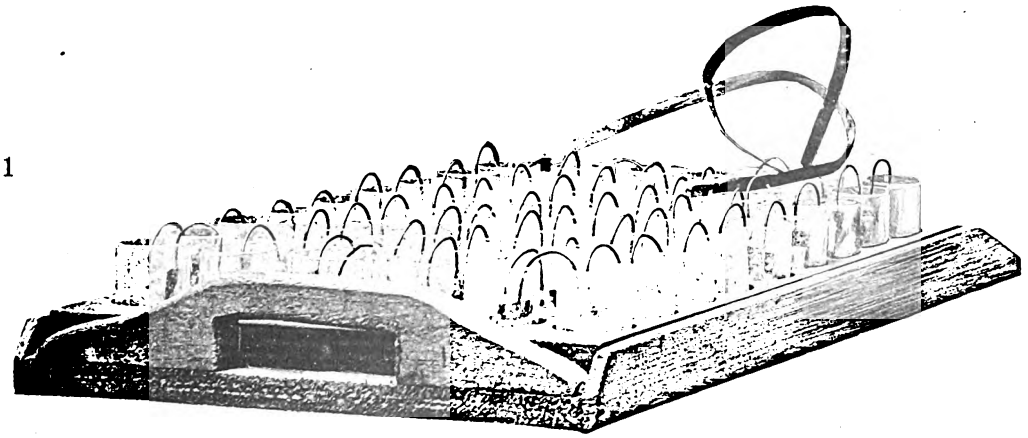
che siano dirette in senso opposto l'una all'altra, e si rinvigoriscono vicendevolmente quelle che cospirano, ossia tendono nella medesima direzione; cosicchè le convulsioni, che si eccitano per esempio nella rana collocata nel circolo, (il quale può essere formato da una catena di persone) qualor entri nel medesimo una coppia metallica sola di argento e stagno, non si eccitano più nel caso che ne intervengano due di tali coppie, e queste rivolte in senso contrario: che se rivolgansi in cambio nel medesimo senso, e in tal modo cospirino le loro forze, compajono allora le convulsioni più facilmente, o assai più forti, che con una coppia sola, ec. Un gran numero di siffatte sperienze variate in molte guise avea il VOLTA descritte ampiamente, aggiungendovi varj schemi, ossia tipi rappresentanti le diverse combinazioni di metalli e conduttori umidi, in quelle sue lettere a GREN inserite, come si è detto, nel Giornale Tedesco di questo autore, e negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI al principio del 1797. Presentava egli con tali figure o tipi da 20. combinazioni diverse, e determinava con sicurezza per quali di esse doveano convellersi le rane, per quali nò, ec. Riandando dunque i risultati di codeste sue sperienze, e ruminandovi sopra, concepì la fondata speranza di poter accrescere, e portare ad un alto segno la *tensione*, o carica elettrica, mercè il moltiplicare ancor più le coppie metalliche, e unirle in un acconcio apparato.

§ 14. Era evidente, che nulla avrebbe potuto ottenere costruendo tal apparato di soli metalli, soprapponendo es. gr. ad una lamina d'argento una di zinco, a questa una seconda di argento poi una seconda di zinco, e così di seguito; attesochè le forze, con cui l'argento spinge il fluido elettrico nello zinco, si controbilancierebbero, l'argento inferiore spingendolo di giù in su verso lo zinco, ed il superiore di su in giù verso il medesimo, ed egualmente.

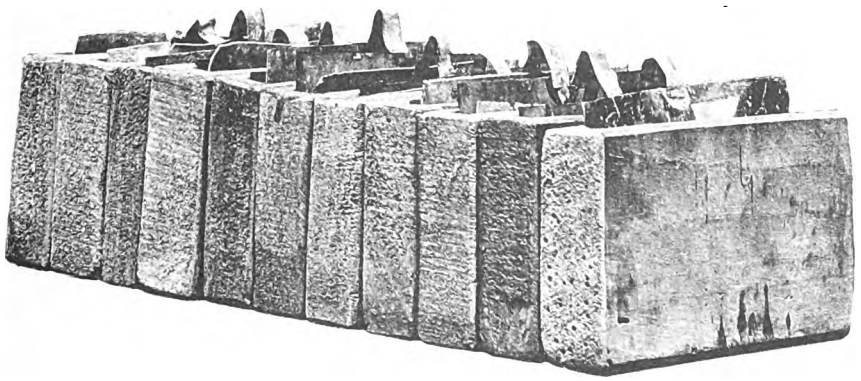
§ 15. Neppure potea promettersi alcuna cosa dall'intreccio di tre, o più metalli diversi, avendo l'istesso VOLTA scoperta una cotal legge nell'azione de' conduttori e motori di *prima classe* eterogenei, per la quale posto v. gr. che l'argento spinga il fluido elettrico nello stagno quando lo combacia con una forza = 5., e questo lo spinga nello zinco con una = 4., l'argento lo spingerà nello zinco, cui facciasi toccare immediatamente, con una forza 5 + 4. = 9. E così formando una tabella, o scala, che discenda, secondochè uno spinge il fluido elettrico in un altro (nella quale scala i principali si succedono come segue: ossido di manganese nero: piombaggine: carbone: oro: argento: mercurio puro: rame: ferro: stagno: piombo: zinco) sempre il superiore in detta tabella, il quale tocchi immediatamente un inferiore di quanti gradi si voglia, vi spingerà il fluido elettrico con una forza eguale alla somma delle forze dei gradi intermedj. Dalla qual legge infine risulta, che in ogni combinazione, ossia serie di metalli eterogenei la *tensione elettrica* ai due estremi è quella stessa, nè più nè meno, che si avrebbe dal

Digitized by Google

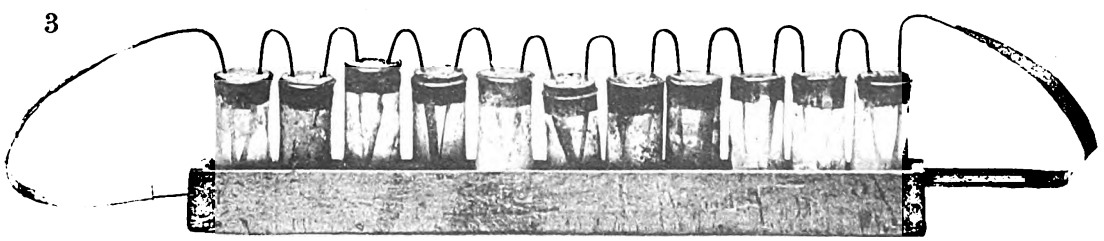
1



2



3



1 — Pila a corona di tazze (N. XXXV).

2 — Pila a truogoli (N. XXXV).

3 — Pila secondaria di Ritter (N. XXXIII. J. 47).

(Dai Cimeli scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano).

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

contatto immediato del primo coll'ultimo. Inutili dunque, quanto allo scopo proposto di accrescere cotale tensione, sono i metalli intermedj in qualsivoglia modo intrecciati e disposti, e a nulla vale il moltiplicarli. Così deduceva il VOLTA da quella legge da lui scoperta, e verificata con ogni sorta di prove, da quel rapporto cioè e corrispondenza ne' gradi di azione di diversi metalli, o motori di *prima classe* tra loro; e così trovò col fatto, costruendo diversi apparati di soli metalli moltiplicati, e variati in tutte le guise.

§ 16. Era pertanto la cosa in certo modo disperata, e passò qualche anno prima ch'ei trovasse alcuno spediente. Quando alla fine gli suggerì quello, che è forse l'unico, d'interpolare cioè le coppie di metalli ben assortiti, e farle comunicare l'una all'altra, per mezzo di uno strato umido, ossia conduttore di *seconda classe* (come appunto avea fatto nelle sperienze sopraindicate (§ 13.) della catena di conduttori di *prima* e di *seconda classe* intrecciati), ponendo v. gr. argento, zinco, e strato umido; poi di nuovo argento, zinco, e strato umido; e così di seguito per quella serie che piacesse; a ciò lo determinò il riflettere, che l'azione de' conduttori umidi coi metalli, che combaciano, essendo comunemente piccolissima, come avea trovato (§ 8. e 10.), sarebbe stata ben lungi dal poter controbilanciare quella de' detti metalli tra loro; e poco o nulla l'avrebbe alterata, sia rinforzandola, sia indebolendola. Avendo dunque costrutto un tale apparecchio colla disposizione alternativa de' tre corpi indicati, argento, zinco, e strato umido, ripetuta più volte, trovò il nostro VOLTA quello che cercava, e che prevedeva dover riuscire, cioè che la forza, ossia *tensione elettrica* cresceva esattamente come il numero delle coppie metalliche componenti la serie (ben inteso, che si rivolgessero tutte nel medesimo senso, giacchè se ve ne avessero di opposte, sarebbe tanto da detrarre); cosicchè ove una sola coppia gli dava $^1/_{60}$ di grado, che coll'ajuto del suo Condensatore saliva a 2. gradi circa (§ 10.), due, tre, quattro coppie cospiranti gli davano $^2/_{60}$, $^3/_{60}$, $^4/_{60}$, per cui col Condensatore ottenne poi 4., 6., 8., gradi ben chiari e distinti. Si avanzò allora a far prove con 20. 40. 60. 100., e più coppie, e ne ottenne ancora i segni proporzionali al numero di esse coppie, tantochè con 60. di queste facea movere a drittura il suo Elettrometro a pagliette di 1. grado, cioè gli faceva marcare ½ linea di divergenza, senza ajuto di Condensatore; con 100. coppie lo innalzava a quasi 2. gradi; con 150. a gr. 2. ½, e compariva poi anche, esplorandolo a dovere, una scintilletta.

§ 17. Fu varia la forma, (ritenuta la condizione di far succedere a due metalli diversi posti ad immediato contatto uno strato umido, poi di nuovo i due metalli nello stesso ordine, seguiti parimente da altro strato umido, e così proseguendo), fu varia, dico, la forma, che diede il VOLTA a questi suoi apparati, che chiama semplicemente *Elettro-motori*, ed ai quali per certa somiglianza nel fondo, ossia sostanza della cosa, e fino nella forma cogli

Digitized by Google

organi elettrici della Torpedine (*g*), come egli spiega in alcune sue Memorie, gli sarebbe piaciuto di dar il nome di *Organo elettrico artificiale*. La prima forma, che è ancora la più usitata, si è quella di tante monete, o piastrette simili a monete, di argento, o di rame, ed altrettante di zinco, sovrapposte alternativamente le une alle altre, coll'interposizione a ciascuna coppia di un bullettino o strato di cartone, di panno, o di altra sostanza spugnosa, ben inzuppato d'acqua, o meglio di una soluzione salina, formanti tutti insieme tali piastre e bullettini una specie di colonna, o più colonne colle opportune comunicazioni fra loro. Quest'è, come lo chiama il suo autore, l'*apparato a colonna*, detto da' Francesi la *Pile galvanique*, o *Galvano-électrique*, da altri più giustamente la *Pile Voltaique*, e in generale la *Pile*, senza altra aggiunta. Noi adottando per comodo questo semplice nome di *Pila* non lasceremo di chiamarlo ancora qualche volta *Apparato a colonna*, lasciando per lo più di aggiungervi il nome dell'autore troppo conosciuto.

Faremo qui osservare, che riesce comodo e vantaggioso a più d'un riguardo, come suggerisce l'istesso VOLTA, che ogni coppia di zinco ed argento, o zinco e rame, formi una sol piastra coll'essere saldato l'un metallo coll'altro da saldatura metallica qualunque. Di tali piastre doppie si servono ora comunemente i Fisici, che si occupano di tali sperienze.

§ 18. Un'altra costruzione ancor comoda, e più adatta a certe sperienze, e quindi molto pure in uso, è quella *a corona di tazze*, così chiamata dal VOLTA, consistente cioè in una serie di bicchieri, o piccole coppe contenenti acqua, o meglio un qualche liquor salino, disposte in forma semicircolare, od altra che più piaccia, e concatenate per mezzo di archi metallici terminati ad un capo in una lastra di zinco, ed all'altro capo in una d'argento, o di rame, che pescano, quella in un bicchiero, e questa nell'altro seguente ec.

Alcuni Inglesi invece dell'apparato a corona di tazze ne usano un altro non molto diverso, che chiamano *Trog-Apparat*, e che consiste in una vaschetta quadrilunga di legno intonicato di mastice divisa in una serie di celle da lamine metalliche doppie, aventi cioè l'una faccia d'argento, o rame, l'altra di zinco, riempiendo poi tali celle d'acqua salata, ec. Questa costruzione imita anch'essa assai bene gli organi elettrici della Torpedine, se, come

(*g*) Giova qui richiamare ciò che si è già accennato nelle ultime righe della nota (*c*), cioè che gli organi elettrici della Torpedine consistono in un aggregato di molti prismetti, o canali membranosi, in ciascuno de' quali trovasi una serie numerosa di piccoli diaframmi, o pellicole applicate, e sovrapposte le une alle altre; come appunto le laminette, o dischi metallici negli apparati a colonna del nostro VOLTA. La differenza è in ciò solo che quelle laminette non sono metalliche come queste. Ma se anche i conduttori umidi, o di 2. classe, sono *motori* di elettricità, come esso VOLTA ha provato, sebben debolissimi in generale; e se poi fralle sostanze animali ve ne possono essere di abbastanza attivi, come egli presume, una tal differenza non distruggerà il paralello.

Digitized by Google

possiamo credere, la serie numerosa di pellicole tenute in que' canaletti membranosi, che compongono tali organi (v. note *c.* e *g.*), non si toccano fra loro, ma lasciando qualche interstizio fra l'una e l'altra formano altrettante cellette ripiene all'uopo di umore qualsiasi.

§ 19. Da tutte queste forme di apparati, e d'altri ancora di diversa costruzione, che tutti convengono, come facilmente si rileva, nella condizione essenziale, di due metalli cioè di diversa specie formanti ciascuna coppia, ed uno strato umido, per cui comunicano una all'altra tali coppie metalliche, rivolte tutte nel medesimo senso; da queste diverse forme di *apparati* Elettromotori (il qual nome, esprimente meglio di qualunque altro la cosa, conviene ad ogni costruzione) ottenne il nostro VOLTA i sopra indicati effetti elettrometrici (§ 16.), de' quali fu in vero molto soddisfatto, ma non sorpreso, giacchè tali se li prometteva. Ciò che lo sorprese a prima giunta si fu la *commozione*, che gli avvenne di sentire nelle mani e braccia, facendo con esse arco conduttore da un'estremità all'altra di tali apparati, che ancor mostravano sì debole *tensione elettrica*. Questa commozione, sensibile già ad un dito tuffato in acqua comunicante per mezzo di lastra metallica ad un capo dell'apparato, mentre venivasi a toccare l'altro capo con un'altra lastra impugnata dall'altra mano ben umettata, questa commozione, dico, sensibile in tali favorevoli circostanze a tutto il dito, o a parte almeno del medesimo, quand'anche l'apparato non fosse composto che di sole 5. o 6. coppie, e quindi per un'elettricità, che arrivava appena ad $^1/_{10}$ di grado dell'elettrometro a paglie sottilissime (§ 16.); più sensibile a proporzione, ed estendentesi fin oltre il carpo con un apparato di 10. 12. 15. coppie, si propagava fino ai gomiti, e alle spalle con uno di 20. 30. 40. ec. la cui *tensione* non arrivava ancora ad 1. grado intiero; ed era perfettamente simile alla commozione che si prova da una grande boccia di Leyden, o meglio da una batteria elettrica, cariche debolissimamente.

§ 20. Paragona infatti il Professore VOLTA all'estremamente debole scarica di una grandissima batteria elettrica, alla corrente di fluido che ne viene, scarica, e corrente, che attesa l'amplissima *capacità* di essa batteria dee durare un certo tempo (sicuramente più che la scarica di una semplice boccia) quella del suo apparato, la quale dura dippiù ancora, essendo in questo la corrente elettrica continuata ed incessante; e da questa durata ripete egli la commozione cotanto sensibile prodotta da una sì debole *tensione elettrica*, quale l'elettrometro ce l'addita nell'apparato di cui si tratta; giacchè anche una capacissima batteria con una egualmente debole *tensione*, che non arrivi cioè ad 1. grado dell'istesso elettrometro a pagliette produce una scossa sensibile, e tutt'affatto simile a quell'altra; come ha verificato con molte prove, ed ha spiegato ampiamente nelle ultime sue Memorie, lette da lui all'Instituto Nazionale in Parigi in Novembre dell'1801.

Digitized by Google

ARTICOLO III.

Del potere, che hanno gli Elettromotori di caricare nel più breve tempo, e ad una tensione eguale alla loro propria, qualunque boccia di Leyden, o batteria; e di far quindi che queste diano scosse proporzionali a tali cariche, ed alle rispettive capacità.

§ 21. Nelle ora ricordate Memorie molto estese (una parte delle quali solamente venne pubblicata negli *Annali di Chimica Francesi* del 1802., e tutta poi intiera in quegli Italiani di BRUGNATELLI), e in un'altra più ristretta, ma succosa, inserita nel *Journal de Physique* di LAMETHERIE per il mese di Ottobre dell'Anno 1801. accenna il tante volte lodato mio Maestro VOLTA, come gl'Elettromotori nelle circostanze che loro il permettono (ove cioè si dia lor campo di versare l'elettrico da uno de' capi od estremità e di attrarlo continuamente nell'altro capo; il quale perciò non dee già essere isolato, ma anzi godere di buone comunicazioni senza limite), siano atte a caricare in brevissimo tempo, in meno di $^1/_{10}$, di $^1/_{20}$, di $^1/_{10}$ di secondo non che una boccia di Leyden, ma qualsisia più capace batteria (*h*): a caricarla all'istessa *tensione*, ossia grado elettrometrico dell'apparato medesimo, che s'impiega a tal carica, ad 1. grado cioè, se questo apparato essendo composto di circa 60. coppie di rame e zinco, marca 1. grado (§ 10. e 16.); a 2. gradi, se essendo composto di 120. coppie marca 2. gradi, a 3. gr. se contenga 180. coppie, ec.: con che poi la batteria, se è grande, dà, provocandone acconciamente la scarica, una scossa non molto inferiore a quella che dà l'apparato medesimo, e se è grandissima, la può dare egualmente, ed anche più forte.

È inutile quasi il dire, che tali scosse della batteria caricata così dall'apparato *Elettro-motore* sono perfettamente eguali a quelle che dà l'istessa batteria caricata agli stessi gradi da qualsisia macchina elettrica, Elettroforo, ec.

§ 22. Codeste sperienze, le quali mostrano ancora, che la corrente elettrica mossa dagli apparati, di cui si tratta, ove non siavi impedimento notabile, è più copiosa di quella, che movono in simili circostanze di niun ostacolo, e di permesso libero corso, le ordinarie macchine elettriche anche più potenti (giacchè qual è di queste macchine, la quale giunga a caricare una

(*h*) Ha fatto vedere ultimamente a caricarne in tal modo una di circa 10. piedi quadrati di armatura nella 50.ma parte di un minuto secondo; e pare, che anche una tre o quattro volte più grande non esigerebbe più tempo, anzi che potrebbe forse bastare un minuto terzo, o meno.

Digitized by Google

assai capace batteria anche ad 1. sol grado, in meno di $^1/_{30}$ di secondo, come fa uno di tali apparati Elettro-motori composto di 60. coppie metalliche?), codeste luminose sperienze, e al sommo istruttive (le quali sole basterebbero a togliere qualunque ombra di dubbio rimanesse riguardo all'identità dell'agente galvanico ed elettrico) che il nostro VOLTA avea eseguite fin dall'Estate del 1801. soltanto con batterie di pochi piedi quadrati di armatura, e che eccitò con lettere, e per mezzo di un valente Fisico Tedesco, PFAFF Professore a Kiel ch'egli aveva diggià convertito a Parigi, eccitò, dico, il Dottore Van MARUM direttore del Museo di Teyler ad Harlem a ripetere molto più in grande, con quelle necessarie attenzioni, che non mancò di suggerirgli (*i*), lo furono infatti sperimentando i due lodati Fisici in compagnia con pieno successo, e conforme all'aspettazione, verso la fine di Novembre dell'istesso anno, come riferisce il prefato Academico Olandese in una lunga lettera all'istesso Professore di Pavia inserita ne' sopracitati *Annali di Chimica Francesi*. Caricava egli *nel più breve tempo possibile*, secondo la sua espressione, tempo ch'egli valuta $^1/_{20}$ di secondo, caricava, con una pila, ossia apparato a colonna di 200 paja di lastre di rame e zinco, una batteria di circa 140. piedi quadrati di armatura, e ne avea delle violente scosse, che arrivavano dalle mani fino agli omeri. Sarebbero state anche più gagliarde, riflette il VOLTA, e avrebbero, se non superate, agguagliate quelle, che dava l'istessa Pila, e che Van MARUM provò del doppio circa più forti, se il vetro delle giare si fosse trovato molto men grosso.

§ 23. Poco tempo prima cioè nello stesso anno 1801. era stata proposta dall'Academia delle Scienze di Harlem la questione seguente = *Peut-on éxpliquer suffisamment la colomne de Volta par les lois, ou les propriétés connües de l'électricité; ou faut-il en conclure l'existance d'un fluide particulier, et distinct du fluide électrique?* =; e lo stesso Van MARUM pare, che pendesse verso quest'ultima opinione, o almeno non era del tutto pago della teoria Voltiana, e nodriva de' dubbj, e delle idee diverse; dalle quali secondo ch'egli medesimo confessa, rinvenne, come ne era rinvenuto il sopralodato PFAFF, in vista delle anzidette sperienze, e adottò intieramente la teoria di VOLTA. Dopo di che non solamente non fu più questione presso i medesimi di un fluido

(*i*) La principale di queste attenzioni è, che tutte le armature metalliche interne delle boccie, o giare, ond'è composta la batteria, trovinsi così esattamente in contatto colle verghe parimenti di metallo, che vi entrano per un capo, e ne sporgono coll'altro, e queste pure così unite fra loro, che in niun luogo abbiavi tra essi metalli la più piccola interruzione, la quale basterebbe ad impedire il passaggio del fluido elettrico spinto con sì debole *tensione* come si è veduto, od a ritardarlo almeno di molto. Le comunicazioni con catenelle nell'interno delle giare, come si pratica comunemente, sono per l'istessa ragione inconvenienti. La medesima cura dee porsi perchè anche le armature esterne trovinsi tutte perfettamente unite. Le giare poi perchè abbiano una grande capacità, sieno di vetro sottile anzi che no.

Digitized by Google

galvanico distinto dall'elettrico, ma si fecero propugnatori zelanti dell'assoluta identità. Anzi una tale questione si può dire, che, cessasse generalmente presso quelli, che conobbero, e seppero valutare sperienze cotanto decisive, quali sono queste di caricare le boccie di Leyden, e le batterie cogli apparati Elettro-motori al segno di dare forti scosse, ec. Or come mai a fronte anche di codeste sperienze hanno avuto cuore VASSALLI e ALDINI di rinnovare una tal questione, e il primo anzi di sostenere apertamente la non identità? Forsechè le ignoravano tre o quattro anni dopo la loro pubblicazione? Conviene credere così; poichè non se ne fecero carico, e non ne parlarono pure nelle opere ch'essi stamparono nel 1804. e 1805. (v. nota *d*).

§ 24. Intorno a queste sperienze non dobbiamo lasciar di riportarne qui alcune, che il nostro VOLTA ha recentemente immaginate ed eseguite in conferma de' principj, e spiegazioni già date; sperienze che ha comunicato a varii suoi amici, e corrispondenti, ma che non sono peranco state pubblicate. Avea egli già mostrato nelle ultime Memorie stampate, che ove gli strati umidi in tali apparati siano di acqua semplice, riescono bensì le scosse, ch'essi danno, ma molto più deboli, che ove siano di acqua impregnata di qualche sale: e ciò per essere l'acqua pura un conduttore molto men buono che le soluzioni saline (come con tante prove ha dimostrato, ed altri pure avean notato), onde viene tanto più ritardata da quella, che da queste la corrente elettrica. Ma che del resto il grado, o *tensione* di elettricità, la forza onde viene il fluido elettrico spinto e sollecitato, era presso a poco la medesima nell'un caso, e nell'altro, proporzionale sempre al numero e qualità delle coppie metalliche, epperò di circa 1. grado per 60. coppie di rame e zinco, di 2. gradi per 120. coppie, ec. (§ 10. e 16.). Ora dall'essere la *tensione*, o forza elettrica, che si manifesta all'Elettrometro, eguale in ambedue i casi ne inferì VOLTA giustamente, che eguale carica ancora avrebbe indotta nella batteria la sua pila, sia che gli strati umidi della medesima, i dischi di cartone, o di panno bagnati, lo fossero di acqua semplice, oppure di un liquore salino qualunque; e che solamente vi si richiederebbe in proporzione più di tempo nel primo caso, però ancora così breve, da non poter essere percettibile; onde neppure in ciò sarebbe riuscita sensibile la differenza: sarebbe per esempio allora bisognato a compiere tal carica, invece di 1. minuto terzo (v. il § 21. e la nota (*h*), $^1/_{10}$, od $^1/_8$ di minuto secondo. In conseguenza la scossa che darebbe poi la batteria così caricata, troverebbesi anch'essa eguale in ambedue i casi: e siccome quella, che dà la pila provocata immediatamente, è debole assai allor quando i suoi dischi bagnati, lo sono di acqua pura, potrebbe riuscire più forte di essa la scossa della batteria caricata da tale pila, comunque più debole della scossa prodotta dalla stessa pila, o da altra eguale, aventi i dischi inzuppati d'acqua salata.

§ 25. Così andava deducendo il tante volte lodato nostro Maestro, e

Digitized by Google

così verificò coll'esperienze sopra la sua batteria di soli 10. piedi quadrati di armatura, dalla quale batteria caricata (per recare qui un solo esempio) con una pila di 150. coppie di rame e zinco, la quale carica arrivava sempre a circa gr. 2. ½ del suo elettrometro a paglie sottili (§ 16.), fossero i dischi di cartone inzuppati d'acqua semplice, o d'acqua salata, riceveva egli una scossa discretamente forte, che si estendeva oltre i gomiti; laddove tirando la scossa immediatamente dalla pila, avente i dischi bagnati di semplice acqua, la provava molto più debole, e poco oltre la mano; avvegnachè fortissima poi la sentisse fino alle spalle, ed al petto, ove l'umore dei dischi fosse salino. Adunque la scossa, che dà anche una batteria di pochi piedi di armatura, per la carica che prende da una pila è notabilmente più gagliarda, che quella che dà la pila medesima a dischi imbevuti di acqua semplice: ma molto meno di quella che dà la stessa pila, od una simile a dischi di acqua salata: eppure la carica elettrica, o la *tensione* sì della batteria, che della pila è in tutti questi casi la medesima, di 2 ½ gradi circa nell'esempio addotto ec. La differenza dunque nella scossa è chiaro che dipende in queste prove dal più o meno libero corso del fluido elettrico, animato bensì dalla medesima *tensione*, ossia spinto col medesimo grado di forza, ma più o meno impedito e ritardato dalla maggiore o minore coibenza, od imperfezione de' conduttori umidi, o di *seconda classe*, cioè dei bullettini umidi per cui dee tragittare.

§ 26. A maggiore confermazione di tali principj, e spiegazioni ha spinto il VOLTA più innanzi le sperienze; ed ha caricato all'istesso segno, cioè a gradi 2. ½ circa la sua batteria di 10. piedi, dalla quale ha rilevato conseguentemente la stessa scossa mediocremente forte fino al di là dei gomiti (§ prec.), l'ha caricata più volte colla stessa pila di 150. coppie metalliche, i cartoni della quale stati bagnati con acqua semplice, trovavansi dopo un giorno, due, tre, quattro, ec. via via meno umidi, e infine quasi asciutti del tutto. Or dunque anche quando la pila tentata nella migliore maniera non produceva più scossa sensibile per difetto di umidità ne' bullettini di cartone, non mancava di dare distinti segni all'elettrometro, per poco che detti bullettini conservassero ancora di umido, e per esso di facoltà conduttrice (giacchè ove fossero secchi affatto, il tutto era finito); come non mancava d'indurre la carica nella batteria ad una *tensione* eguale alla sua (§ 21.). Ma che? a indurvela, e portarla a questo segno, si richiedeva tanto maggior tempo, quanto si trovavano più asciutti i bullettini, o cartoni, e per ciò più cattivi conduttori: la lunghezza del qual tempo ha potuto rendersi finalmente sensibile in queste sperienze, essendo stato quando di un mezzo, e quando di un intiero minuto secondo, di 2. 3. 4., e fino di qualche minuto primo. Ne' quali casi però di tanta lentezza del fluido elettrico a passare avanti per trovarsi i bullettini di cartone pressochè asciutti del tutto, non giungeva mai nè la *tensione* della pila, nè conseguentemente la carica, ch'essa portava alla

Digitized by Google

batteria, al grado a cui avrebbero dovuto giungere in ragione del numero delle coppie metalliche di essa pila; ma ne restavano notabilmente addietro. Il che s'intende facilmente riflettendo alla perdita, che continuamente si fa di parte della carica e dalla pila, e dalle boccie, in grazia degli imperfetti isolamenti.

§ 27. Si sa da mille altre sperienze colle boccie di Leyden quanto contribuisca a scansare la forza della scossa, che possono quelle produrre con una data carica, e producono infatti ove non abbianvi in tutto il circolo cattivi conduttori, che impediscano, o ritardino la corrente elettrica, si sa, dico, quanto contribuisca a scemare la forza della scossa, ed a renderla perfino insensibile, o nulla, l'interposizione non solo di corpi annoverati fra i coibenti, ma sì ancora di conduttori imperfetti. Le pietre, i muri, i legni anche un poco umidi, e così i cuoi, le carte, i panni, quantunque non asciutti, avvegnacchè permeabili al fluido elettrico, nol sono abbastanza per condurre la scossa, massime se la carica delle boccie è debole. Trattandosi poi di cariche debolissime, come quelle intorno a cui ci siamo trattenuti fin qui (le quali sono tuttavia valevoli a produrre forti commozioni, ove trovinsi in batterie abbastanza capaci, come abbiamo veduto, o negli apparati Elettromotori, ch'emulano le più capaci, anzi le superano per la corrente elettrica che questi movono incessantemente), trattandosi di tali cariche di affatto debole *tensione*, anche altri conduttori meno imperfetti è facile concepire, che scemino di molto la scossa, quali sono vari corpi umidi, od anche bagnati, e l'acqua stessa.

§ 28. Ciò basta a spiegare, oltre tante altre, le esperienze indicate in questi ultimi §§ (22.-24.); a meglio comprendere le quali e le analoghe gioverà il ristringerle, e presentarle qui sotto un nuovo punto di vista.

Sia costrutta una pila di 120. o 130. coppie di rame e zinco, coi cartoni interposti o non umettati, o appena un pochetto. Da questa pila non potrete ottenere la menoma commozione; e ciò per l'impedimento e ritardo, che apportano alla corrente elettrica que' cartoni poco umidi, e cattivissimi conduttori, nonostante la pila vi segnerà all'elettrometro a paglie sottili 2. gradi circa, e potrà caricare una boccia di Leyden picciola o grande, e così anche una batteria di 10. 20. 30. piedi quadrati di armatura ec. parimente fino a 2. gradi circa: con che la batteria vi darà essa quella scossa, che non può darvi la pila tentata direttamente, e sì una scossa abbastanza forte. A portare però a cotesta batteria tale carica, dovrà la pila, comunicando colla sua base all'esteriore armatura di detta batteria, comunicare col vertice al conduttore delle armature interne per lo spazio di 1. 2. o più secondi.

Smontate la pila, e ricomponetela con i cartoni ben inzuppati d'acqua semplice, onde possa la corrente elettrica incontrare molto minore impedimento e ritardo; non avrete, che la medesima *tensione* elettrica di 2. gradi,

Digitized by Google

o poco più: ma con questa *tensione* potrà darvi essa pila una scossa, debole sì, ma pur sensibile; e potrà non già caricare a un segno molto più alto la batteria, e farle dare assai più forte scossa di prima, ma bene caricarla allo stesso punto di 2. gradi, o poco più, in tempo incomparabilmente più breve, non maggiore cioè di $^1/_{50}$ di secondo, e minore forse anche di un minuto terzo.

Cambiate finalmente que' cartoni con altri intrisi di una soluzione di sal comune, o meglio di sal ammoniaco. Ancora egual *tensione elettrica* di 2. gradi, o poco più; ma scossa incomparabilmente più forte dalla pila, tantochè supera quella della batteria portata agli stessi 2. gradi. Or da che dobbiamo credere che venga la tanto maggiore scossa della pila a cartoni impregnati d'uno od altro umore salino, in paragone di quella a cartoni imbevuti di acqua semplice per cariche, ossia *tensioni elettriche* eguali, se non dalla molto maggiore facilità che trova la corrente elettrica ad attraversare quelli, che sono assai migliori conduttori dell'acqua semplice, come infinite altre prove attestano? Da questo scorrere più facilmente e rapidamente il fluido elettrico per entro la pila da un capo all'altro, dovrà anche più prontamente portarsi la carica alla batteria, come ben si comprende, in guisa che, se un minuto terzo e probabilmente anche meno basta (§ prec.) trovandosi i cartoni inzuppati di acqua pura, basterà forse un minuto quarto ove lo siano di un buon liquore salino incomparabilmente migliore conduttore di quella. Ma come misurare tempi così corti, che sembrano istanti indivisibili? Intanto si conosce sempre più quanto la copia di fluido elettrico, che versa una buona pila che sia ben in ordine, superi quella che fornisce in tempi eguali la più grande e potente macchina elettrica, come si è già avanzato (§ 22.); e quale di queste macchine infatti potrebbe, non diciamo in un minuto quarto, ma neppure in alcuni terzi, fornire la quantità di fluido, che vi vuole per caricare a 2. gradi una capace batteria.

§ 29. Per questa copia di fluido elettrico, che versa con tanta celerità da uno de' suoi capi, e aspira dall'altro una buona pila (ben inteso, che non manchino le necessarie comunicazioni, per questo portare che fa la carica della batteria agl'indicati gradi eguali alla sua propria *tensione* in tempo sì breve, che a nostri sensi è un istante), avviene, che una persona, o più, sentano la scossa anche all'atto di tale carica, qualora siano portate a comunicare in acconcio modo da una parte alle armature esterne della batteria, dall'altra alla base della pila, la quale colla sua sommità va a toccare il conduttore metallico procedente dalle interne armature di essa batteria, oppure inversamente. La qual cosa s'intende tosto riflettendo, che conforme alla nota teoria della boccia di Leyden, ossia delle cariche e scariche delle lastre isolanti, con quella stessa celerità (per non dire istantaneità), con cui viene aggiunta o sottratta (secondo che l'elettricità che si applica è positiva, o negativa) tutta quella copia di fluido elettrico ad una faccia della batteria,

Digitized by Google

coll'istessa si slancia dalla faccia opposta, o vi accorre una quantità presso a poco eguale di altro fluido elettrico, portando così la scossa alla persona, o persone, che debba attraversare.

§ 30. Codesta scossa, che all'atto del caricarsi la batteria dalla pila risente la persona interposta, è però più debole, massime se i dischi ossia bullettini umidi di essa pila non lo sieno abbastanza, o trovinsi imbevuti di acqua pura, più debole, dico, notabilmente della scossa, che potrà poi aversi per la scarica della batteria medesima. La ragione di questo è, che tali dischi non sono abbastanza buoni conduttori per lasciare scorrere con piena libertà il fluido elettrico, come abbiamo fatto osservare (§ 24.). Ora a misura, che viene da questi ritardata la corrente elettrica riesce anche la scossa men forte, fino a rendersi insensibile, e nulla, ove il ritardo per l'impedimento de' medesimi troppo poco umidi sia molto grande (§ 28.). Oppongono però sempre più o meno di resistenza, anche quando siano ben inzuppati, ed anche quando lo siano di acqua salata; cosicchè è sempre minore la rapidità della corrente, e minore quindi la scossa, di quello esser dovrebbe, e sarebbe realmente, ove tali impedimenti non s'incontrassero. Or bene: nella scarica della batteria, questi impedimenti non ci sono più; e la corrente elettrica, ove tragitti solo per ottimi conduttori quali sono i metalli, non incontra ostacolo alcuno valutabile, non patisce ritardo che conti; ed ove attraversi qualche persona, incontra sibbene un ostacolo in essa, e soffre corrispondentemente del ritardo; ma è poca cosa in confronto di quello che soffre allor che dee tragittare al dippiù per tutti i dischi di cartone, o simili della pila, e sian pure intrisi alla meglio. Ecco dunque perchè è notabilmente più forte la commozione, che si ottiene in appresso dalla scarica della batteria, che non nell'atto della carica portatavi dalla pila.

§ 31. Ma se una pila ben costrutta coi dischi o bullettini impregnati di buona soluzione salina, non impiega che un minuto quarto circa per caricare fino ad un grado eguale, o quasi eguale al suo, una batteria di 10. piedi quadrati almeno, come ha dedotto il nostro VOLTA (§ 28.), e fors'anche non ne impiega dippiù per una di 20., o di 30. piedi, come si può presumere, dee dunque nella scarica della stessa batteria, che si fa, come or dicevamo, più rapidamente, che non la carica, impiegarsi meno ancora di tal tempo, meno cioè di un minuto quarto. Eppure abbiam avanzato (§ 20.), che la scossa, la qual si ottiene da una batteria carica a sì debol segno, qual è di 1., 2., 3., gradi dell'elettrometro a pagliette, è dovuta al durare di tale scarica assai più longamente che quella di una semplice boccia di Leyden caricata ad egual grado, la quale non fa provare la menoma scossa: ma può egli dirsi di qualche durata una scarica, che compiesi in un minuto quarto, o meno? Sì certamente; perchè sebbene sembri questo, ed anche un minuto terzo sembrar possa un istante, e lo sia per i nostri sensi; è però un tempo finito,

Digitized by Google

composto di parti divisibili all'infinito. Or dunque può concepirsi benissimo, che una semplice boccia impieghi molto meno di un minuto quarto a scaricarsi, tante volte meno cioè quanto la sua capacità è minore di quella della batteria; e dee realmente essere così. Supposto per esempio, che impieghi la boccia solo un minuto quinto di tempo, e la batteria composta di 60. boccie un minuto quarto, durerà 60. volte dippiù la scarica di questa, ossia potrà considerarsi come 60. scariche successive portanti 60. colpi, invece d'un solo, che dà la semplice boccia. Ma tal successione e durata non arrivando, che ad un minuto quarto, che a noi sembra pure un istante, tutti que' colpi si confondono in un solo, e cagionano così una scossa sensibile (*l*).

§ 32. Ecco come si spiega, che caricate ad uno stesso debolissimo grado una boccia picciola, una grande, ed una capace batteria; la prima non darà scossa sensibile; la seconda la darà debole; e la terza forte; in ragione cioè delle rispettive capacità, ossia delle quantità di fluido elettrico, che formano tali cariche eguali, come supponghiamo, nel grado di *tensione*; le quali diverse quantità si scaricano, come a noi pare, e come suol dirsi, in un istante, tanto la più grande, quanto la più picciola, ma realmente in una serie d'istanti più o meno lunga a norma della maggiore o minore quantità di fluido. Codesta spiegazione, che il nostro VOLTA ha preso a sviluppare nella seconda parte della sua Memoria letta all'Instituto Nazionale di Francia, come già dicemmo, è ben più esatta, che non è il dire semplicemente, che per cariche portate ad eguali gradi dell'elettrometro, la scossa, che fa indi provare la scarica, è più grande a misura, che sono le boccie, o batteria più capaci, perchè è maggiore corrispondentemente la quantità di fluido elettrico scagliata. Dicendo ciò solamente, pare che si voglia far intendere, che venga questa maggiore quantità di fluido della grande boccia o batteria a sgorgare egualmente in un istante, come la minore della picciola boccia, ossia in tempo eguale, che è quanto dire con maggiore velocità. Ma ciò assolutamente non può essere, dovendo per gradi elettrometrici eguali, per eguale *tensione* e spinta essere anche le velocità del fluido elettrico eguali. Adunque non è

(*l*) Ecco come si esprimeva il VOLTA nella 2. parte della Memoria da lui letta all'Istituto Nazionale di Francia.

« Paragonando la scarica della grande giara o batteria colla scarica della boccetta 100. « volte meno capace, si può considerare la prima come la ripetizione di 100. scariche eguali « a quella della boccetta, scariche che si succedono, e colpiscono la persona 100. volte di se- « guito. E siccome tutti questi colpi replicati si succedono cotanto rapidamente, si può riguar- « darli, sendo così prossimi gli uni agli altri, come riuniti, e confusi in un sol colpo, che si fa « sentire per tal guisa 100. volte più forte. È cosa ben sicura, che le impressioni portate sopra « i nostri organi non si estinguono all'istante, ma durano qualche tempo. Quando dunque le « prime impressioni sussistendo ancora, ne sopravengono delle altre, tutte queste impressioni « si accumulano per così dire, e ne risulta un'impressione altrettanto, più viva, ed energica ».

Digitized by Google

che per un tempo tanto più lungo, che può tale maggior quantità di fluido scorrere fuori, e scaricare la boccia grande, o la batteria. Acciò il fluido elettrico sia spinto con maggior forza, e sgorghi con maggiore velocità, richiedesi che la carica sia elevata ad un più alto grado di *tensione*, ch'ella innalzi di più l'elettrometro, vibri a maggior distanza la scintilla ec.: in tali casi di eguali capacità, e disuguali gradi di carica si dice giustamente, che la maggiore, o minore gagliardia della scossa dipende dalla maggiore o minore quantità di fluido elettrico che si scarica, e tracorre in un dato tempo: in vece che negli altri casi considerati qui sopra, di eguali *tensioni*, ossia gradi di carica, e disuguali capacità, l'essere scossa la persona più o meno fortemente è ben ancora dipendente dalla maggiore o minor quantità di fluido elettrico, ma che trascorre in tempi più o meno lunghi; insomma la grandezza della scossa che si prova è in ragione composta della velocità della corrente elettrica, la quale velocità dipende dall'intensità, ossia grado di *tensione*, che marca l'elettrometro, e del tempo, che dura tal corrente, il qual dipende dalle quantità di fluido, ossia dalla capacità della sorgente che lo fornisce.

§ 33. Ma se dunque la scossa riesce tanto più valida e risentita quanto è maggiore il numero d'istanti che dura la scarica, ossia la corrente elettrica spinta da un dato grado di *tensione*; e s'egli è per questo che batterie di grande capacità con cariche anche debolissime, come di 1. solo grado dell'elettrometro a pagliette, o meno, pur danno scosse abbastanza sensibili; cosa poi dovremo aspettarci da una pila, la quale composta per es. di 60. coppie di rame e zinco, dispieghi anch'essa un egual *tensione*, spinga cioè e incalzi il fluido elettrico con forza eguale a quella di tal batteria? Cosa, dico, aspettarci dovremo, avuto riguardo che cotale azione della pila continuando incessantemente, produce una corrente elettrica pur incessante, ossia che dura infinitamente più di quella prodotta da qualsiasi più capace batteria? Forse una scossa smisurata? Non già; essendochè le impressioni successive, che si accumulano in certo modo, e confondendosi insieme ne formano come una sola altrettanto più efficace e risentita, conforme abbiamo fatto osservare (§ 31.), son quelle solamente, che si compiono entro un tempo brevissimo. Or questo tempo influente alla forza della scossa possiam credere che si limiti a un dipresso ad un minuto terzo. In tal supposto il dippiù che duri la corrente elettrica non va più in conto di accrescimento di tal forza.

§ 34. Ma la continuata azione di essa corrente dee pur sentirsi. E si sente infatti quando viene applicata agli organi proprj de' sensi, segnatamente a quelli del gusto, e del tatto, come vedremo. Ma applicata ad altre parti, e in modo da eccitare soltanto le contrazioni muscolari, e le scosse, non le produce che alla prima sua invasione, ed ogni volta poi, che rotto il circolo conduttore, e arrestata quindi la corrente elettrica, si ristabilisce questa col compiere quello di nuovo. Il perchè non continuino le contrazioni vee-

Digitized by Google

menti e succeda la tranquillità malgrado che continui la corrente elettrica, non s'intende bene, e dovrà ricercarsi nella natura ed indole dell'irritabilità muscolare. Dico le contrazioni, e commozioni veementi, perchè poi alcune oscillazioni, o tremori, ed un certo fremito continuato, non lascia di sentirsi nelle mani, ed altre parti attraversate dalla corrente elettrica continuata, quando questa proceda da una pila assai forte.

§ 35. Ritornando alle cariche delle batterie, e applicandovi le osservazioni qui sopra (§ 33.), l'ingrandire coteste batterie, il portarle da 10. piedi quadrati di armatura a 20., 40., 80., 100. piedi ec. contribuirà di certo a fare, che per cariche a gradi eguali dieno scosse corrispondentemente più forti; ciò però fino a un certo termine, e non più; fino a che sia tale e tanta la grandezza e capacità della batteria caricata, che a compiersene la scarica si esiga tutto quel tempo, che influisce alla forza della scossa. Or ritenendo, che questo tempo sia circa un minuto terzo, e che una batteria di 10. piedi di armatura si scarichi tutt'al più in un minuto quarto, supposizione più che ammissibile (§ 28.), vi vorrà una batteria di 600. piedi almeno a fare, che la sua scarica duri un minuto terzo, e ad ottenere la più grande scossa, che possa aversi quindi da un dato grado di carica. Conseguentemente le batterie più capaci ancora di molto, aventi cioè 800., 1000., o più piedi quadrati di armatura, la cui scarica durasse quindi più di un minuto terzo, non produrrebbero già più forte scossa di quella producasi dall'anzidetta batteria di 600. piedi ad eguale grado di carica; ma bene comincerebbero ad imitare gli altri effetti della pila, che tengono alla continuazione della corrente elettrica oltre l'indicato tempo. E quali sono questi effetti fuori della scossa passaggiera che si può dir momentanea? Li già accennati (§ prec.), cioè le sensazioni continuate di sapore, se la corrente elettrica prenda l'estremità della lingua, di dolore cocente nelle parti molto sensibili, ed altri, che vedremo.

§ 36. Che se dunque la maggiore scossa, che si possa avere per una data *tensione elettrica*, ossia per un dato grado di carica, si ha da una batteria, che contando 600. piedi quadrati di armatura, più o meno (*m*), impiega a scaricarsi circa un minuto terzo, ossia tutto quel tempo, che sembrando a nostri sensi un istante, ci fa comparire una sola l'impressione, od urto, che in realtà risulta da urti ed impressioni successive (§ 31.): se una maggiore grandezza, ossia capacità di essa batteria, la quale importerebbe un tempo più lungo per la scarica, un quarto per esempio di minuto secondo, o più, insomma una durata sensibile, non fa nulla per questo conto della forza della scossa, come

(*m*) Si è fatto abbastanza intendere, che queste determinazioni non si prendono a rigore essendo impossibile di precisarle ma così all'ingrosso: il che basta per le spiegazioni che ci dà il nostro Maestro.

Digitized by Google

si è detto (§ ivi); egualmente non conterà nulla a questo riguardo la durata infinitamente più lunga della corrente mossa dagli apparati Elettro-motori, i quali per conseguenza non potran dare mai per eguale grado di carica scosse più forti di quella, che dà l'anzidetta batteria di 600. piedi quadrati, quand'anche trovinsi nel migliore stato possibile, coi dischi o bullettini inzuppati della migliore soluzione salina, ec. Anzi le scosse di questi apparati non giungeranno neppure ad eguagliarla tale scossa della batteria di 600. piedi quadrati caricata allo stesso grado, ma resteranno notabilmente al di sotto, per la difficoltà e ritardo che, come abbiam fatto osservare (§ 26.), incontra la corrente elettrica nell'attraversare que' dischi umidi, i quali non sono abbastanza buoni conduttori, nè anche quando l'umore è abbondante, ed impregnato de' migliori sali. Che se poi sia pura acqua, conduttore molto più infelice, come tante volte si è detto, riuscirà la scossa, che potrà dare un tale apparato così debole, da non uguagliare nemmeno quella di una batteria di 6. od 8. piedi quadrati di armatura, carica pure all'istesso grado, conforme ha trovato il VOLTA colle sue sperienze riportate più sopra (§ 26. 28).

ARTICOLO IV.

Ulteriore confronto del valore delle scariche elettriche, sotto il doppio rapporto della loro intensità, o tensione *elettrometrica, e della quantità di fluido che le forma, con varie ricerche di Elettrometria.*

§ 37. Si è spiegato nell'articolo precedente con sufficiente chiarezza, con prove, e con acconci esempi, come alla debolezza delle cariche supplisca nelle boccie di Leyden molto capaci, e nelle batterie capacissime, la grande quantità di fluido elettrico, che forma tali cariche in apparenza sì meschine, per cui riuscendo di altrettanto maggiore durata le scariche, abbenchè sembrino ancora istantanee, veniamo a provarne le scosse non minori di quelle, che ne fanno sentire boccie assai più picciole con cariche tanto più forti (con cariche cioè che tanto più innalzano l'elettrometro, a tanto maggior distanza estendono la sensibile loro sfera di attività, e tanto più lontano possono vibrar la scintilla). Ma nulla si è detto ancora della differenza, che trovasi riguardo alla qualità, o tempra, se così può chiamarsi, di tali scosse, differenza non molto grande in vero, ma però rimarcabile, e che gioverà indicare qui a compimento dei confronti delle varie scosse; confronti, che abbiamo già spinti tanto avanti, che per ogni altro lato nulla più vi manca.

Adunque paragonando la commozione cagionata dalle grandi boccie o batterie cariche ad un debolissimo grado con quella prodotta da una picciolissima boccietta carica ad un grado tanto più alto, faremo dapprima os-

Digitized by Google

servare, che quando sono così fiacche e questa e quella, che riescono pochissimo sensibili, punto non si distinguono l'una dall'altra, o appena; ma se siano valide abbastanza, allora è, che ci affettano alquanto diversamente la scossa della boccietta, e quella della grande boccia, o batteria, quand'anche riescano di egual polso: la prima possiam dire in certo modo ch'è più acuta, l'altra invece più grave: quella cioè più viva, parzialmente vibrante, meno propagantesi, è più passaggiera (come infatti vedemmo, che la scarica di una picciola boccia compiesi in un più breve istante); questa più muta, gravante un maggior numero di parti, e portantevi certo qual intormentimento; e ciò per essere la scarica elettrica produtrice di tal commozione, meno istantanea, ossia più protratta (comechè ad un tempo ancora insensibile), in ragione della maggiore *capacità* di essa boccia grande, o batteria.

Ora di quest'ultima tempra, o tono, che voglia dirsi, sono ancora le scosse, che danno gli apparati Elettromotori, e quelle pure, che dà la Torpedine: quali appunto esser deono le une, e le altre, attesa la somiglianza delle scariche sì di detti apparati, che degli organi elettrici di tali pesci, con quelle delle grandi, anzi grandissime batterie caricate debolissimamente: come già si è mostrato, e porrassi ancora più in chiaro con altre osservazioni in progresso (*n*).

§ 38. Molto più grande, e marcata di cotal differenza riguardo alla qualità o tempra delle scosse provenienti da grandi boccie, e batterie debolissimamente cariche, o da picciole boccie cariche fortemente, si è la differenza riguardo alla distanza, a cui possono succedere le rispettive scariche, e giun-

(*n*) Hanno dunque commesso un grave sbaglio tutti quelli, che vollero paragonare le commozioni, che ci vengono portate dagli Elettromotori, carichi sempre a debolissima *tensione* (abbiam veduto, che quelli composti di 60. coppie di rame e zinco, i quali possono dare assai valide scosse, giungono appena a segnare 1. grado scarso dell'elettrometro a paglie sottili), ma tensione, o carica che sempre si rinnova, il che portando un'azione incessante e perenne equivale ad una *capacità infinita*: han dico, commesso un gravissimo sbaglio prendendo a paragonare le commozioni, che producono in noi gli Elettromotori, con quelle, che ne fan sentire le boccie di Leyden picciole, o mezzane, e quindi di assai *limitata capacità*, caricate ad alti gradi, le quali però si scaricano del tutto in un istante oltre ogni credere brevissimo; quando vanno anzi paragonate, giova pure ripeterlo, con quelle scosse che riceviamo da capacissime batterie caricate invece debolissimamente, ad una *tensione* cioè o eguale, o poco maggiore degli stessi Elettromotori. A tali condizioni le scosse date da questi, e dalle batterie sono in tutto, e per tutto egualissime. All'incontro confrontando quelle degli Elettromotori con quelle delle picciole boccie, o di una anche mezzana, caricate fortemente, è pur vero che si prova la sopra indicata differenza, se non nella forza, nella qualità della scossa. Ma questa differenza trovandosi, come si è veduto, tra scossa elettrica e scossa elettrica, a tenore delle indicate circostanze, la scossa così detta *galvanica*, che rassomiglia perfettamente ad una di quelle, è vera scossa elettrica anch'essa, e nulla più.

Digitized by Google

gere il salto della scintilla. È facile comprendere, che per una più forte *tensione*, indicata da maggiori gradi dell'elettrometro, deve il fluido elettrico poter superare un maggiore intervallo, ossia spezzare un più grosso strato di aria, e scagliarsi quindi più lontano. Ma il determinare di quanto precisamente abbia a divenire più lungo cotesto tiro della scintilla, ossia maggiore la distanza, a cui potrà farsi la scarica, la *distanza esplosiva* a dir breve, corrispondentemente alla maggiore *tensione* elettrometrica, non è sì agevol cosa; e solo può sperarsi di giungere a tale determinazione giusta con un gran numero di sperienze le più esatte. Molte di queste ne ha intraprese il nostro VOLTA, che si è compiaciuto di comunicarci; i risultati delle quali fissano, se non coll'ultima precisione, con sufficiente giustezza il *rapporto* tra i gradi di carica, ossia di *tensione elettrica*, e l'anzidetta *distanza esplosiva*, ossia la distanza a cui può giungere la scintilla e farsi la scarica, e presentano alcune belle leggi.

§ 39. E primieramente ha trovato, che tutte le boccie grandi, e picciole, cariche all'istesso grado dell'elettrometro, ed anche i semplici conduttori, quali essi fossero, portati all'istessa *tensione* elettrica delle boccie, scagliano la scintilla, e si scaricano ad eguale distanza. Ha trovato verificarsi ciò quasi a rigore, almeno dentro certi limiti, ed anche oltre tali limiti non fallire molto, sperimentando con una macchinetta o Spincterometro di una particolare costruzione, che serve a queste, ed a molte altre prove ancora di diverso genere (*o*), congegnata in modo tal macchinetta, che la scintilla all'atto della scarica scoccasse tra due palle metalliche di un pollice circa di diametro, distanti una dall'altra più o meno a volontà. Ha dunque veduto seguire sempre tali scariche e scoppj ad una data distanza, giunta che fosse la carica a un dato grado dell'elettrometro precisamente, o quasi: cioè alla distanza di 1. linea per 10. gradi circa di un quadrante elettrometro (un grado del quale ne voleva 16. dell'altro suo elettrometro sensibilissimo a paglie sottili); alla distanza di 2. linee per 19. in 20. gradi dell'istesso quadrante elettrometro, ec., fosse il semplice primo conduttore della macchina elettrica caricato agl'indicati gradi, o fossero più conduttori uniti; fosse una boccettina di Leyden di 4. pollici quadrati di armatura (che ha già una

(*o*) Tralle altre sperienze d'investigazione serve questa macchinetta un poco più composta degli ordinarj Spincterometri, a misurare i diversi gradi di coibenza de' conduttori imperfetti, specialmente de' varj liquidi; al qual oggetto principalmente fu da esso VOLTA immaginata, e fatta costruire, sono già parecchi anni, ed eseguite furono molte sperienze colla medesima; le quali gli hanno mostrato quanto cattivo conduttore sia, dopo gli olj, che si possono dire veri coibenti, e dopo lo spirito di vino, che diremo semicoibente, l'acqua semplice (cheche si sia creduto comunemente dagli elettricisti), e quanto migliori sieno, sebbene imperfettissimi ancora in paragone dei metalli, l'acqua salata, ed altri liquori salini; quali inoltre fra questi prevalgano nella virtù di condurre, e trasmettere il fluido elettrico, ec.

Digitized by Google

capacità molto maggiore di un semplice conduttore lungo anche 10. 15. 20. piedi, e discretamente grosso); fossero altre boccie di assai maggiore grandezza, cioè di 10. 40. 100. 200. poll. quad. di armatura. Così è: sempre accadeva la scarica ad una data distanza delle due palle metalliche, arrivata la *tensione elettrica* a un tal dato segno, ossia salito il quadrante elettrometro a un tal dato grado, si può quasi dir precisamente, qualunque fosse la capacità del conduttore, o della boccia.

Siccome però a far sorgere una tal *tensione*, a portare, che è lo stesso, la carica a un tal grado richiedevasi, come ben si comprende, tanto maggiore dose di fluido elettrico, ed in conseguenza tanti più giri della macchina elettrica, quanto era più grande cotesta capacità; così poi la scarica delle grandi boccie riusciva più forte e potente; cioè più brillante e piena la scintilla, più romoroso lo scoppio, e più valida la scossa rilevata da chi si fosse trovato compreso nel circolo di essa scarica.

§ 40. Risulta pertanto da queste sperienze, che coll'essere per un dato grado di carica, corrispondentemente alla maggiore capacità de' recipienti, maggiore anche la copia di fluido elettrico, si ottiene bensì colla scarica una scintilla più piena e grossa, più scuotente, ec. come era noto; ma non già più lunga, almeno notabilmente: ciò che sorprenderà senza dubbio. Sebbene ritenendo la spiegazione che dietro il nostro esimio Maestro abbiamo data nell'art. prec., cioè che la maggiore quantità di fluido elettrico richiesta a portare la carica ad un dato grado secondo che la capacità del recipiente è più grande fa che la scarica riesca poi di tanto maggiore durata, ossia abbisogni per compiersi di più successivi istanti; ritenendo, dico, tale spiegazione naturalissima e soddisfacente, restiamo appagati anche in questo, riflettendo, che la scintilla poichè viene per tal modo prolungata nel tempo non lo deve essere nello spazio, che troppo sarebbe: no, non lo deve essere più di quello il richiegga la *tensione*, che supponiamo eguale a quella di un altro recipiente meno capace. Ma lasciata la spiegazione, per ciò che riguarda le sperienze, sono queste poche ancora e non abbastanza variate, per poter conchiudere in generale e con sicurezza che la distanza, a cui può scagliarsi la scintilla elettrica, e farsi la scarica, la *distanza esplosiva*, sia *in ragione semplicemente* della *tensione*, o grado elettrometrico, senza alcun riguardo cioè alla quantità di fluido. Se ciò si è verificato in tutte le prove fatte dal sullodato nostro Maestro coll'accennata sua macchinetta, non possiamo essere certi, che si verifichi egualmente coll'instituire le sperienze in altra maniera, o con diversi apparati, ne' quali la scintilla abbia a scoccare tra palle più grosse, o più sottili di quelle da lui adoperate ed eguali tra loro; tra una palla ed un piatto; tra questo o quella, ed una punta ec. Sebbene anche sostituendo ora una punta metallica ottusa, ora ponendo una tal punta, e un piattello in luogo delle due palle nella detta macchinetta, ha

Digitized by Google

osservato l'autore, che variando per tali cambiamenti la distanza, a cui giungeva la scintilla, variava egualmente per le boccie grandi, e per le picciole, purchè fossero cariche ai medesimi gradi dell'elettrometro, eccettuati solamente alcuni casi segnatamente quelli ne' quali intervenisse qualche punta troppo sottile. Fuori di questi casi adunque ne' quali più non osservasi l'enunciata regola, fu sempre la distanza esplosiva, il tiro, ossia lunghezza della scintilla indipendente dalla grande o picciola capacità della boccia, o del conduttore, e dipendente soltanto dal grado di *tensione* o carica misurata dall'elettrometro; o se vi fu differenza, fu così picciola che può trascurarsi.

§ 41. È pertanto comprovata in tutte le maniere la proposizione sopra avanzata, che la distanza a cui può giungere la scintilla elettrica, è in ragione semplicemente della *tensione*, o grado elettrometrico, e niente in ragione della quantità di fluido, che porta una tal *tensione*, ossia della capacità delle boccie, o de' conduttori: è comprovata questa bella legge in guisa, che non si può ricusare di ammetterla, colle restrizioni però già accennate, cioè esclusi i casi, in cui venga provocata la scarica da punte sottili, e forse alcuni altri, e posti dei limiti, oltre i quali non abbia per avventura più luogo tal legge e dentro i quali ancora non si osservi essa a tutto rigore, e appuntino, ma bensì a un dipresso, tantochè non vi siano deviazioni rimarcabili. Ora questi limiti, ossia gli estremi delle sperienze fatte dal nostro VOLTA, comprendono una ben grande estensione, tanto riguardo alle boccie, avendone egli sottoposto alle prove molte di varia grandezza, dai 2. pollici quadrati di armatura fino a 200., e più; quanto riguardo alle distanze superate dalle scintille, cominciato avendo le prove da $^1/_{10}$ di linea, per cui bastava la picciola carica di circa 16. gradi del suo elettrometro a pagliette, che valgono appena 1. grado del quadrante-elettrometro da esso lui adoperato, e portate avendole successivamente fino a 8. linee, per cui vi vollero 68. gradi circa di esso quadrante elettrometro, qualunque fosse la boccia, giova pur ripeterlo, grandissima, mezzana, o piccolissima, o fosse anche il semplice conduttore della macchina elettrica, che facesse montare l'elettrometro a tali gradi.

§ 42. Un altra bella legge ci additano ancora codeste sperienze; ed è, che le distanze a cui può giungere la scintilla, crescono quasi esattamente, come le *tensioni*, o gradi segnati dall'elettrometro, cosicchè per doppia, tripla, quadrupla *tensione*, la distanza, cui la scintilla vale a superare è appena un poco più che doppia, tripla, quadrupla. Ecco quali in dette sperienze fatte dal nostro Professore non una, ma più e più volte, e colla possibile accuratezza, e diligenza, furono le *distanze esplosive*, cioè quelle, a cui seguiva il salto della scintilla dall'una all'altra palla metallica del suo *Spincterometro*, corrispondentemente ai diversi *gradi di tensione*, ossia carica di qualsisia boccia grande, o picciola o del semplice conduttore della macchina elet-

Digitized by Google

trica, o del medesimo prolungato con diversi altri più o meno capaci, giacchè la capacità maggiore o minore di essi conduttori, o boccie, non portava in tali distanze esplosive alcuna differenza, giusta i precedenti §§.

Distanza esplosiva		Quadrante elettrometro	
linee	¼ —	gradi	2 ½
	½ —		5
	1 —		10
	2 —		19 ½
	3 —		28 ½
	4 —		37
	5 —		45
	6 —		53
	7 —		60 ½
	8 —		67 ½

Questi risultati ci assicura egli avergli ottenuti costantemente a un dipresso, anche trascurando alcune scrupolose attenzioni, e ad un rigore poi quasi preciso qualunque volta ha cercato di porre nelle sperienze la massima esattezza, di farli in tempi propizj all'elettricità, o almeno non troppo umidi, di allontanare ogni circostanza, che accidentalmente potesse indurre qualche varietà, come l'interposizione di alcun corpicello, o granellino, o pelo fralle due palle, o velo di ruggine, o patina qual si fosse, anche di solo umido, sopra le medesime; avendo cura soprattutto di collocare l'elettrometro in guisa che il suo movimento fosse al più possibile libero, non influenzato cioè da atmosfere opposte, o laterali; al qual fine deve trovarsi infisso all'estremità di una verga metallica, o di un bastone inargentato, come suol praticare VOLTA (non solamente in queste sperienze, ma in tutte le altre, in cui vuole, che l'elettrometro segni giustamente i gradi di elettricità), che sporga in fuori, e si lasci indietro pel tratto di qualche piede il resto del conduttore, o conduttori, di cui fa parte. Ora da tali risultati appare, che se le *distanze esplosive* non sono a tutto rigore *in ragione diretta semplice* delle *tensioni*, ossia gradi elettrometrici, crescendo questi alquanto meno di quelle, la differenza però è così picciola, che per le distanze di poche linee, e meglio per quelle al di sotto di una linea, possiamo senza errore notabile attenersi a tal *ragione diretta*. Una sensibile discrepanza comincia solo dopo le distanze di 2. e 3. linee, ed è ancora picciola, come vedesi dalla qui riportata tabella; la quale indica pure di quanto poco, e come regolarmente vada mancando essa ragione diretta semplice. Non pretende però il nostro esimio sperimen-

Digitized by Google

tatore di poter avanzare tal regola, e neppure i descritti risultati, come infallibili, e dell'ultima precisione; e solo ce li dà per giusti nel senso di una grande approssimazione: con che non ha fatto poco; massime che si estendono essi già molto, cominciando da una *tensione*, o carica così debole, che appena manifestasi al quadrante-elettrometro (*p*), e per cui il tiro della scintilla si ha appena alla distanza di $\frac{1}{4}$ di linea; ed arrivando fino a delle cariche assai forti, valevoli a lanciare la scintilla ad 8. linee, e per le quali sovente le boccie di Leyden o si spezzano, o si scaricano da loro senza arco conduttore.

§ 43. I semplici conduttori di conveniente forma senz'angoli e punte, possono elettrizzarsi a gradi assai più alti, e scagliare quindi la scintilla a molto maggiore distanza, a quelle di 2. 3. 4. 6. 8. pollici, e più ancora, ado-

---

(*p*) Poichè sebbene cotal *tensione* valga realmente 2 $\frac{1}{2}$ gradi di esso quadrante-elettrometro, com'è notato nella tabella, il suo pendolo però non si alza, che di 1. grado scarso, per diffetto dell'elettrometro stesso. Al qual proposito faremo osservare, che i gradi di questo elettrometro a quadrante equidistanti, come sogliono segnarsi, non indicano già esattamente i veri gradi di *tensione*, o carica elettrica, non essendo l'andamento di tale stromento equabile. Dapprincipio, e fin verso i 10. gradi del quadrante il pendolo troppo immerso ed involto nella sfera di ripulsione elettrica della colonna verticale, lungo la quale pende, e dell'arco graduato, si alza meno di quello dovrebbe: dai 10. o 15. gr. fino ai 25. circa procede con sufficiente regolarità; poi comincia di nuovo a rallentarsi la sua ulteriore elevazione, stantechè alla forza, che lo innalza (indipendentemente dalla ragione mecanica, per cui gli archi dei pendoli crescono meno delle forze elevanti), una se ne oppone, che tende a deprimerlo, proveniente dalla parte di detta colonna, che resta sopra il punto di sospensione di esso pendolo; e sempre più cresce una tal opposizione a misura che il medesimo si accosta ai 90. gradi, ossia a far angolo retto colla colonna: al qual punto non arriva quindi mai (se non nel caso, che sia mal collocato l'elettrometro, non posto cioè ad un'estremità sporgente del conduttore (v. § prec.) ma piantato indietro, e sopra il medesimo; onde il pendolo venga a sentir ripulsione, non dalla sola colonna, come conviene, ma anche dal disotto, e venga quindi elevato oltre il dovere), e non vi potrebbe arrivare che per una forza elettrica infinita. Or dunque per questa progressione cotanto ineguale, non sono i gradi di un tale quadrante-elettrometro (parliamo di quello di HENLY, che è il più usitato e semplice, non d'altri più composti, che sono ancora più irregolari) comparabili, se non con una correzione molto notabile, che il nostro VOLTA, previi alcuni miglioramenti nella costruzione, è giunto a fissare empiricamente, cioè dietro a tentativi, e prove in gran numero fatte colla possibile esattezza. Ecco un'idea di questa correzione.

Marcando il pendolo 1. 2. o 3. gradi se ne contino due di più; 1 $\frac{1}{2}$ dipiù marcando quello circa 6. gradi; ed 1. solamente marcandone intorno a 10. Alli 15. e fin verso i 25. non si faccia alcuna addizione: poi comincisi di nuovo ad aggiungerne 1. sui 27. o 28.; 2. scarsi sui 30.; sui 36. 4. pure scarsi: e così poi sui 42. 7. in 8.; sui 48., 15.; sui 54., 30.; sui 60. altri 60., crescendo prossimamente, come si vede, del doppio le addizioni di 6. in 6. gradi, e tenendo una giusta proporzione per i gradi intermedi.

Ora è necessario avvertire, che i gradi notati nella tabella qui sopra, sono, non già quali vennero segnati realmente dal quadrante-elettrometro; ma quali risultano dall'ora indicata correzione.

Digitized by Google

perandosi eccellenti macchine elettriche. Ora se anche per gradi di elettricità così elevati osservisi la stessa legge, cioè siano presso a poco proporzionali a tali gradi le distanze, a cui giunge la scintilla, è ancora ignoto, e lo sarà probabilmente per lungo tempo, difficilissimo essendo il determinar ciò con sicure sperienze, per le quali richiederebbonsi altri elettrometri diversi, e più esatti di quelli che abbiamo. I quadranti-elettrometri ordinarj non servono in alcun modo a misurare cariche così forti, e non possono neppur sostenerle, disperdendo essi l'elettricità troppo intensa con frequenti, o continui spruzzi dagli estremi della colonnetta, da qualche punto dell'arco graduato, e più dalla palla in cui termina il pendolo, la quale non vuol essere molto grossa: questi spruzzi si manifestano con un certo stridore, e sono visibili all'oscuro. Del resto anche per le cariche, che possono le boccie sopportare, e rispetto alle quali la distanza esplosiva si è trovata dal nostro VOLTA abbastanza proporzionale ai gradi di *tensione*, cioè doppia, tripla, quadrupla, ec. per cariche a un dipresso doppie, triple, quadruple, o di pochissimo minori (§ prec.), avverte il medesimo, che ciò si verifica soltanto ove le scintille scocchino tra due palle metalliche; poichè altrimenti scoccando tra una palla, massime se poco grossa, e un piatto, e più tra un piatto ed una punta, la distanza, che può superarsi dalla scintilla, cresce in maggior proporzione della carica, singolarmente quando la direzione del torrente elettrico è dalla punta al piatto, ciò che favorisce molto il salto di essa scintilla, e la fa essere più lunga. Conchiude poi essere probabilissimo, che per i semplici conduttori di sufficiente grandezza, ed elettrizzati ai più alti gradi, a segno di lanciar grosse scintille fragorose ad alcuni pollici di distanza, cotali distanze, cui giungono a superare, eccedano pure di molto la proporzione delle cariche, ancorchè scocchino esse scintille tra due palle; le quali in tal caso ancorchè eccedano in grossezza uno, o due pollici fanno in qualche modo officio di punta.

§ 44. Venendo ora alle cariche debolissime, al disotto cioè delle più deboli comprese nella tabella qui sopra esposta (§ 42.), vedesi, che non possono esse più misurarsi dal quadrante-elettrometro (§ cit. e nota *p*), ma solo con elettrometri molto più delicati, con quelli cioè a pendolini leggerissimi rinchiusi in una boccetta, elettrometri inventati da CAVALLO, migliorati da SAUSSURE, e che da alcuni vengono denominati *micro-elettrometri*: tra i quali quello a boccetta, non più cilindrica, ma quadra e a semplici pendolini di paglia, sostituiti da VOLTA ai due fili metallici sottili terminanti in pallottoline di sovero, o di midollo di sambuco, (elettrometro oggi giorno usitatissimo, a cui ci siamo tante volte riportati nel presente scritto, e ci riporteremo pure in seguito) ha il vantaggio considerabilissimo di seguire un andamento molto equabile, e di aver quindi tutti i suoi gradi comparabili si può dire esattamente, almeno fino ai 18. o 20., (che portano uno

Digitized by Google

scostamento delle due pagliette pendenti, di 9. in 10. linee, osservato alle loro estremità). La descrizione di questo elettrometro così perfezionato, e le prove dell'indicata comparabilità de' suoi gradi, se non rigorosissima, tale da non portare entro gl'accennati limiti error sensibile (per la quale prerogativa è preferibile a quelli di BENNET e d'altri Fisici a listarelle di foglia d'oro, tre o quattro volte più sensibili, a dir vero, ma non così comparabili) trovansi nelle *Lettere sulla Meteorologia Elettrica* di esso VOLTA pubblicate sono già molti anni: alle quali prove ne ha aggiunto in appresso altre in conferma, con esperienze instituite a quest'oggetto in varie maniere, e con maggiore accuratezza e precisione.

§ 45. Colla scorta di un sì fedele e prezioso stromento ha dunque il medesimo ricercato, se anche per tali cariche debolissime, per le quali non può servire il quadrante-elettrometro, osservisi la legge (§ 42.), che le distanze esplosive, a cui cioè giunge la scintilla, e fassi la scarica, siano presso a poco proporzionali ai gradi delle cariche medesime; e fin dove ha potuto determinare con qualche esattezza tali distanze (il che riesce assai difficile, e infine impossibile per le estremamente piccole), ha trovato ch'essa legge si verifica, o almeno non falla notabilmente. Così avendo già veduto, che per la distanza di lin. $\frac{1}{4}$ vi voleva la carica di gradi 2. $\frac{1}{2}$ del quadrante elettrometro (§ cit.), che valgono gr. 40. del suo elettrometro a paglie sottilissime, trovò che ve ne volevano 20. di questi per $\frac{1}{8}$ di lin., e 10. circa per una distanza, che potè giudicare essere appunto $\frac{1}{16}$ di linea, eguale cioè alla grossezza di una carta, di cui ben 16. ve ne vogliono a far una linea. Seguendo un tale rapporto, per 4. gradi dello stesso elettrometro a paglie sottili la scarica non potrà farsi che ad $\frac{1}{40}$ di linea, per 2. gradi a $\frac{1}{80}$ lin. per 1. grado a $\frac{1}{160}$ lin. ec. Se tali deduzioni non possono verificarsi esattamente con esperienze affatto sicure per la già accennata difficoltà di misurare con precisione le troppo picciole distanze, che diviene poi impossibilità per le picciolissime qui indicate; possiamo però persuaderci almeno, che non vadano molto lungi dal vero. Che se pure se ne allontanano, non sarà certo nel senso, che si prendano da noi cotali distanze troppo picciole corrispondentemente alle cariche, ma bensì in senso contrario; stantechè, a norma della tabella sopra riportata (§ 42.), le distanze esplosive diminuiscono piuttosto in una proporzione maggiore che le cariche o *tensioni* elettriche: e quindi le qui notate frazioni di linea sono anzi troppo grandi, che troppo picciole; cosicchè a 2. gradi di carica non $\frac{1}{80}$ di linea, ma $\frac{1}{100}$ forse, od anche meno deve corrispondere; ad 1. grado $\frac{1}{200}$ di lin. o meno; a $\frac{1}{2}$ grado meno di $\frac{1}{400}$ di lin. ec.

§ 46. Ben si comprende, che quando le scariche, per così deboli *tensioni*, non possono farsi, che a distanze così picciole e impercettibili, neppure la scintilla può essere visibile, o appena: che niun altro segno elettrometrico sensibile, di attrazione cioè o ripulsione può osservarsi, a meno che

Digitized by Google

si abbia ricorso al Condensatore (col quale se sia de' migliori, può raccorsi sufficiente elettricità per qualche scintilla, anche da tali cariche più deboli di $\frac{1}{4}$ di grado dell'elettrometro a paglie sottili, e può manifestarsi qualche segno all'istesso elettrometro, da quelle di $^1/_{20}$, di $^1/_{60}$, e fino di $^1/_{100}$ di grado: come ha mostrato il nostro VOLTA, ottenendone dalle cariche prodotte da una sola coppia di metalli diversi, ec.): e che, se una lamina d'aria estremamente sottile è da tanto d'impedire, od arrestare la scarica e corrente elettrica, basterà purç ad impedirla, ed arrestarla qualunque altro strato coibente sottilissimo; e basterà qualunque cattivo o troppo imperfetto conduttore, se non ad arrestarla, a ritardarla molto, tantochè non verrà a produrre scosse sensibili, comunque essa corrente provenga da una sorgente ricchissima, quali sono le grandi bocce, e batterie cariche a que' tali gradi, od anco da una indeficiente, quali sarebbero le batterie d'immensa capacità, e lo sono effettivamente gli apparati Elettromotori montati a simili *tensioni*, come si è fatto vedere. Però è, che un poco di ruggine, od altra patina, che copra un metallo in que' punti ov'esso viene toccato da altro metallo, non lascia passare la scossa; anzi neppure una catena metallica la lascia passare, la quale non sia ben tesa, o i cui anelli meno che lucidi e tersi eccedano un picciol numero; come non la lasciano passare un legno, una carta, un cuojo poco umidi, la pelle asciutta delle mani, l'epidermide delle foglie verdi, ed altri corpi, che pur sono, o partecipano della natura de' conduttori.

§ 47. L'aria molto diradata, e la fiamma, che sono decisamente conduttori, nè già cattivissimi, e che anzi si sono sostenuti, e si tengono tuttavia da molti per assai buoni, non lasciano neppur essi passare la scossa, sebbene permettano il tragitto della corrente elettrica, come il permettono pure gli altri conduttori imperfetti: ritardano solamente, per essere non abbastanza permeabili all'elettrico, essa corrente a segno, che essendo già non molto incitata, ossia movendosi (ne' casi di cui si tratta) con una debolissima *tensione*, riducesi per tale ritardo a non poter dare commozione sensibile. Tratteniamoci un poco intorno alla fiamma, a cui si è attribuito molto più di conducibilità o permeabilità al fluido elettrico, di quello che realmente ne goda; e si è tratto quindi erroneamente un argomento, od indizio di differenza fralle cariche elettriche, e le così dette galvaniche, (fra quelle cioè delle boccie di Leyden, e quelle delle pile Voltiane) dall'osservarsi, che non si avea scossa alcuna da queste ultime, ove la scarica dovesse attraversare una fiamma, anche per un picciol tratto: erroneamente dico, giacchè succede lo stesso anche delle scariche delle bocce di Leyden, che non abbiano maggior *tensione* di quella delle pile; onde in luogo di un'obbiezione contro l'identità del fluido elettrico e galvanico, ne ricaviamo anche da questa perfetta conformità una novella prova.

La fiamma adunque (secondo le accurate sperienze di VOLTA da lui

Digitized by Google

medesimo comunicateci) facendo parte dell'arco scaricatore, ossia interrompendolo colla sua frapposizione, viene bensì attraversata dalla corrente elettrica, ma a stento; ovvero le porta tale impedimento, e ritardo, che se la carica o *tensione* non arriva almeno a 30. o 35. gradi dell'elettrometro a paglie sottili, che valgono 2. gradi circa del quadrante elettrometro, sia piccola, sia grande la boccia, o sia una batteria, non si ottiene scossa sensibile: epperò non si è potuta finora ottenere dagli apparati elettro-motori o pile, che sono ben lungi dall'arrivare a simile *tensione* (per arrivarvi dovrebbero essere composti da 1800. a 2000. coppie di rame e zinco, in ragione di $^1/_{60}$ circa di grado, che vale la *tensione* elettrica prodotta da ciascuna coppia, come si è fatto più volte osservare ne' precedenti articoli). Al di sopra di tali gradi uno strato di fiamma qualunque esso sia, di spirito di vino, di olio, di cera, od altro combustibile frapposto ai conduttori metallici, ancorchè esso strato abbia più linee, o qualche pollice di spessezza, non toglie di sentire la scossa, ma la indebolisce soltanto.

Del resto, che il fluido elettrico, cui tendono a scaricare le pile, e le boccie di Leyden cariche a non più forte *tensione* delle pile, tragitti, a stento sì, ma pur tragitti per la fiamma non meno che per gl'altri conduttori imperfetti, quali sono l'aria diradata, carte, pelli, legni, ec. poco umidi, si fa manifesto dal comunicarsi tali cariche, sia da una ad altra boccia, sia da una pila ad una boccia piccola o grande, ed anche ad una capacissima batteria, fino a portarvi un'egual *tensione* elettrica, malgrado l'interposizione ai due conduttori metallici di una fiamma; e dal comunicarvisi in tempo ancora non molto lungo, cioè di uno, o due minuti secondi, come ne assicura il nostro Autore aver trovato, e ciascuno può coll'esperienza verificare. Ma che dico in tempo non molto lungo? Questo di uno, o due secondi è lunghissimo in paragone di un minuto terzo, e meno ancora, che, come si è spiegato ampiamente nell'articolo precedente, impiega la pila a comunicare ad una anche grande batteria la carica elettrica eguale alla sua, ove non siavi nell'arco conduttore tale interposizione della fiamma, od altro imperfetto deferente; epperò non è maraviglia, se rallentata cotanto allorchè avvi l'interposizione suddetta la corrente elettrica, mossa altronde debolmente da tali cariche inferiori a 30. gradi dell'elettrometro a paglie sottili, manchi la scossa.

§ 48. Veduto abbiamo come il salto della scintilla, ossia la distanza, a cui può giungere la scarica elettrica spezzando lo strato d'aria frapposto a conduttori metallici, salve alcune restrizioni, sia in ragione semplicemente della *tensione* ossia grado di carica, indipendentemente dalla quantità di fluido, che forma tal carica, e quindi dalla capacità delle boccie; ma che il valore, o gravezza della scossa dipende pur molto anche da questa capacità, a cui, come si comprende, corrisponde la quantità di fluido richiesto per una data carica: che in una parola la scossa è in *ragione composta* della

Digitized by Google

tensione, e della *quantità* di fluido elettrico. Ora importa di sapere se questa ragion composta sia giusta ed esatta, cioè tale, che per date *tensioni*, ossia cariche di dati gradi, riescano le scosse precisamente del doppio, del triplo, del quadruplo più valide, secondo che le capacità delle boccie, e quindi le quantità di fluido elettrico, sono due, tre, quattro volte più grandi, ec. Ma qui dobbiamo dire che la cosa non ha potuto ancor bene determinarla il nostro Autore colle sue sperienze, per quanto numerose, e diligenti sieno state; anche perchè è difficile il valutare giustamente le scosse, e poter accertare, che una sia doppia, tripla, quadrupla dell'altra. Si può meglio giudicare, se due scosse siano, o no eguali, onde pare che si dovrebbe poi poter verificare se l'indicata ragion composta abbia luogo, col provare se si abbiano effettivamente scosse eguali da boccie di diversa capacità caricate appunto in ragione inversa di esse capacità, es. gr. da una boccia di 20. pollici quadrati di armatura caricata a 40. gradi, e da una di 80. pollici caricata a 10. gradi. Ma s'incontra quì un altra difficoltà, per ciò che, conforme abbiamo fatto osservare (§ 36.), le commozioni riescono in qualche maniera diverse riguardo alla loro qualità, ossia al senso ed impressione che fanno sugli organi, secondo che provengono da picciole boccie cariche fortemente, o da grandi cariche debolmente, sebbene tal diversità delle commozioni non sia molto grande, e in parecchi casi neppur rimarcabile.

§ 49. Checchè ne sia di queste, ed altre difficoltà, ecco ciò che il nostro sperimentatore crede poter avanzare sul punto del valore delle scosse, dipendentemente dalla capacità delle boccie, e batterie, e dal grado di carica: ecco il risultato di molte sue sperienze. Una boccetta di vetro sottile (di $\frac{1}{3}$ circa di linea) avente circa 9. pollici quadrati di armatura, deve essere carica almeno 8. gradi dell'elettrometro a pagliette, per poter dare una scossa debolissima, e appena sensibile a un dito tuffato nell'acqua di un catino, la quale comunica per mezzo di una lastretta di metallo coll'armatura esterna di essa boccetta, mentre si viene a toccare l'uncino, o filo metallico procedente dall'armatura interna con un altra larga lastra o cannone impugnato a dovere dall'altra mano ben umida. Egli è questa una delle migliori maniere di esplorare le deboli scosse, e di sentire anche le minime, qual è quella appunto che dà detta boccetta di 9. pollici di armatura carica 8. gradi: scossarella, che sentesi appena, e non affetta che una o due articolazioni di esso dito. Un altra boccia 4. volte più capace, cioè di 36. pollici circa, ossia di $\frac{1}{4}$ di piede quadrato d'armatura, caricata 4. volte meno, cioè a 2. gradi dell'istesso elettrometro a paglie sottili, produce l'istessa minima scossa nel dito; e così pure una boccia di $\frac{1}{2}$ piede quadrato colla carica di 1. grado; una di 1. piede con quella di gr. $\frac{1}{2}$; ed una di 2. piedi colla carica di gr. $\frac{1}{4}$: le quali cariche tutte sono formate come si comprende dell'istessa quantità di fluido elettrico. Qui dunque la grandezza della capa-

Digitized by Google

cità nelle boccie supplisce esattamente, come pare, o quasi esattamente, alla minor *tensione*, ossia grado di carica: e siccome il prodotto di questa *tensione* nella quantità di fluido elettrico risulta il medesimo, così pure eguale è l'effetto della scossa, eguale almeno il suo valore; nè si accorge ancora che differisca nella qualità, ossia modo di affettare gli organi.

§ 50. Carichinsi del doppio ciascuna di queste boccie, cioè 16. gradi quella di 9. pollici; 4. quella di poll. 36., e così gradi 2., 1., ½ quelle rispettivamente di ½, di 1., e di 2. piedi quadrati di armatura; la scossa, che darà ciascuna, e che prenderà allora tutto il dito, riuscirà egualmente più risentita, ma comincierassi a distinguere qualche leggier differenza di sensazione: la quale differenza diverrà poi più notabile a misura che accrescendosi ancora del doppio, del triplo, del quadruplo, ec. le rispettive scosse, diverrano corrispondentemente più valide, e si estenderanno al carpo, al gomito, e più avanti. In che consista questa differenza, che non è poi molto grande, si è già detto (§ 36.). Qui importa di osservare, che qualunque ella sia non toglie, che si possano giudicare le scosse delle picciole boccie, e delle grandi, cariche in ragione inversa delle capacità, di egual polso e valore, almeno presso a poco.

§ 51. Ma in ciò ancora convien riconoscere dei limiti: poichè se dalle boccette di pochi pollici quadrati di armatura fino alle boccie, o giare di 1. piede quadrato, ed anche di 2. è sembrato al VOLTA, che si osservi esattamente, o quasi esattamente codesta legge, così che la gravezza delle commozioni sia tanto in ragione della capacità delle boccie, quanto in ragione dell'intensità della carica; un tal giusto rapporto ha trovato il medesimo non aver più luogo per boccie, e batterie di molto più grandi capacità, ossia non corrispondere intieramente all'aumento di queste capacità la grandezza e potere delle scosse. Così una batteria di 8. piedi quadrati, la quale seguendo esattamente l'indicata ragione, dovrebbe produrre qualche scossarella sensibile nel dito (§ 49.) colla carica di $^1/_{16}$ di grado dell'elettrometro a pagliette, non ne produce punto se non è caricata un poco dipiù, cioè ad $^1/_{12}$ od $^1/_{10}$ di gr. e similmente colle cariche di 1. 2. 3. 4. gradi, ec. non produce già scosse 8. volte maggiori di quelle, che si ottengono da una boccia di 1. piede quadrato carica a quegli stessi gradi ma scosse soltanto 5. o 6. volte maggiori, come può giudicarsi all'ingrosso: ad averle quindi 8. volte maggiori vi vuole, una batteria di un'altra metà più grande, cioè di 12. piedi, o più. In generale a fare, che per un dato grado di carica le scosse riescano del doppio più valide, si richiedono batterie di capacità già più che dupla cominciando da quella di 1. o 2. piedi quadrati di armatura; poi quasi tripla; poi maggiore ancora, proseguendo alle grandezze di 8. 10. 15. 20. piedi quadrati, ec., fin dove è arrivato colle sue sperienze comunicateci il nostro VOLTA: dietro l'analogia delle quali presume egli che vi vorranno anche 4. 5. 6. volte più

Digitized by Google

capaci le batterie acciò valgano a produrre similmente per un dato grado di carica un doppio effetto, quando si tratterà di quelle che oltrepassino i 40. 60. 100. piedi quadrati di armatura; finchè l'ingrandirle ulteriormente non servirà più nulla a fare, che la scossa riesca più potente.

§ 52. Le quali cose tutte convengono benissimo con ciò che si è detto, e spiegato già ampiamente (§ 19. 29. e seg.), cioè che le boccie di Leyden di grande capacità, e le batterie capacissime, fanno sentire le scosse tanto più valide e poderose di quelle, che per eguali gradi di carica si hanno dalle piccole boccie, per ciò che a misura della maggiore quantità di fluido che forma la carica di quelle, ne riesce di tanto maggiore durata la scarica, comechè sembri pur anche istantanea; e perciò, che corrispondentemente a tal durata un maggior numero d'impressioni successive si confondono in certo modo in una impressione sola, la quale riesce così altrettanto più potente e risentita. A proposito di che si è soggiunto (§ 31. 34.) che ciò si dee intendere dentro certi limiti, e fino a quel segno, che tal durata della scarica, o corrente elettrica sembra a nostri sensi ancora un istante; giacchè poi prolungandosi ad un tempo sensibile, ed anche solo ad un minuto terzo, come finalmente accader dee con batterie di molto grande capacità, il dipiù che durasse oltre tal limite la scarica, per essere queste batterie più smisurate ancora, es. gr. di 600. piedi quadrati di armatura, di 800., di 1000., non influirebbe già più alla forza della scossa sensibilmente momentanea, ma solo agli altri effetti, che tengono alla durata della corrente elettrica per un tempo notabile (§ 32.): come avviene appunto cogli apparati Elettro-motori, la corrente continua de' quali non solamente dura un tempo sensibile, ma quanto durerebbe la scarica di una batteria d'immensa capacità, cioè un tempo indefinito, per non dire infinito. Per la quale durata, ossia scarica indeficiente, oltre le scosse, producono gli Elettromotori altri effetti sui nostri organi, e sopra altri corpi, che non valgono a produrre le grandi boccie di Leyden, e neppure le batterie, che finiscono in brevi istanti di scaricarsi. I principali di questi effetti sono le impressioni sui sensi della visione, del gusto, e del tatto già altre volte accennate, e delle quali ci occuperemo in un articolo particolare; siccome in un altro tratteremo degli effetti chimici, quali sono la decomposizione dell'acqua, di varj sali, ed altre sostanze, l'ossidazione e dissossidazione de' metalli ec. provenienti dall'azione degli Elettro-motori e che nè le boccie di Leyden, nè le batterie anche più grandi han potuto operare, se non in picciolissima parte, e molto imperfettamente.

Digitized by Google

ARTICOLO V.

Della poca virtù conduttrice dell' acqua, massima pura: per cui un torrente elettrico tragittandovi si allarga a più potere, prendendo oltre il diritto sentiero molte altre vie, comunque oblique e lunghe.

Applicazione di ciò alle scosse, che si hanno sott'acqua, come dalle Torpedini, così dalle pile e dalle bocce di Leyden.

§ 53. Abbiam avuto occasione già più d'una volta di far rimarcare quanto i conduttori di seconda classe, i liquidi cioè, e i corpi impregnatine, e in particolare l'acqua semplice siano poco permeabili al fluido elettrico in paragone de' metalli, o conduttori di prima classe. Or conviene trattenerci più di proposito intorno ad alcune conseguenze ed effetti, che provengono da questa difficile permeabilità di tali conduttori imperfetti. Osserveremo dunque primieramente, che inabili a trasmettere la scossa riescono non solamente i corpi poco umidi, come già si è notato, ma ben anche i meglio inzuppati, e l'acqua stessa in natura, ove non abbiano una considerabile larghezza; inabili un sottile cordoncino bagnato, un filo di acqua men grosso di una linea ec., per poco che sian lunghi: che, se un cilindro d'acqua (rinchiusa es. gr. in un tubo di vetro) di qualche linea di diametro lascia passare la scarica di una boccia di Leyden, ossia la corrente elettrica indi mossa, con abbastanza di libertà, perchè possa sentirsi la scossa, è questa molto debole paragonata a quella che si avrebbe, se passasse invece per il più sottil filo metallico: che a misura, che il conduttore acqueo ha maggior estensione in largo, e minore in lungo, tanto più si risente la scossa, per ciò che più facile diviene il tragitto del torrente elettrico; ma che neppure un cilindro d'acqua di un pollice, anzi di alcuni pollici di diametro, offre ad esso torrente un passaggio intieramente libero, ma bensì alquanto difficile e impedito, e più che non lo sia per un filo metallico del diametro di $^1/_{10}$, o di $^1/_{20}$ di linea: che insomma la copia di fluido elettrico, che passa non difficilmente e con somma rapidità per un sottilissimo filo metallico, ha bisogno per passare con eguale o quasi eguale prestezza, e facilità attraverso l'acqua di dividersi, e scorrere per migliaja e migliaja di filetti di questa.

§ 54. Ora facendo l'applicazione di ciò all'apparato Elettro-motore, e considerando, che la corrente di fluido elettrico, che ne sgorga da un capo e rientra per il capo opposto, con attraversare i corpi che formano l'arco conduttore, ossia che compiono il circolo, è molto ricca e copiosa, vale a dire, che per ogni tempo brevissimo se ne tramanda una quantità assai grande, come si è mostrato con tante prove, comprenderemo facilmente, che qualora tale corrente dee tragittare per siffatti conduttori imperfetti, per l'acqua

Digitized by Google

cioè, o corpi umidi, insofferente, diciam così, di un sentiero troppo ristretto, cercherà di allargarsi, e di scorrere per ampie strade, deviando anche per seguirle dal più corto cammino. Così è: il torrente elettrico affacciandosi in grossa piena a pochi punti di un conduttore umido, e penetrandolo per passar oltre, si divide tosto, se vi è campo, in tanti rami, quanti gliene abbisognano per incontrare nel totale una minor resistenza al suo corso, per avere un più facile sfogo.

§ 55. Questo dilatarsi del torrente elettrico, e prendere larghe spaziose vie per entro a' conduttori umidi, e tanto più, quanto più sono questi imperfetti, in luogo di batterne una sola ristretta, invece di progredire per il sentiere più dritto e corto al termine cui tende, come fa ne' conduttori metallici incomparabilmente migliori di quelli; questo tanto diffondersi insomma accade, perchè poche linee o fili conduttori sibbene, ma imperfetti, quali sono i corpi umidi, e i liquidi medesimi, non bastano a tradurre con tutta prestezza una gran copia di fluido elettrico, che vi abbordi, non bastano a dar passo a tutto quello, cui tende a cacciar fuori un capo della pila, e tira a sè l'altro capo, ossia non lasciano scorrere codesta grande quantità di fluido elettrico così liberamente, che non ne resti pur molto addietro, e mantengasi là addensato, quì rarefatto. Volete vederlo e toccarlo con mano? Presa una pila molto attiva, costrutta cioè di molte coppie di rame e zinco ordinate a dovere, coi bullettini interposti ben inzuppati di qualche umore salino, e postala sopra un piede isolante, stabiliscasi una comunicazione fra i suoi due capi con qualche lunga listarella di cartone, con un cordoncino pur lungo, o simile, bagnati: avrete ancora segni di elettricità *in più* dall'uno de' capi, e di elettricità *in meno* dall'altro opposto; segni, che un buon Condensatore vi renderà sensibili all'elettrometro; e otterrete pur anche malgrado tal comunicazione, delle scosse quante ne volete, praticando gli opportuni toccamenti: segni, e scosse per altro più deboli di quello sieno allorchè siffatta comunicazione del cartone, o cordoncino bagnato non esiste.

§ 56. Curiosa cosa è, e che può forse recar meraviglia, sebbene facile a intendersi dietro quanto si è detto, che que' segni elettrometrici si hanno non solamente dal vertice, e dalla base della pila, ma ben anche dal cartone, o cordoncino ne' luoghi rispettivamente vicini ad esse estremità, ed anche per non picciolo tratto di tal arco conduttore umido, sì da una parte che dall'altra, in modo però che vanno via via degradando tanto l'una che l'altra elettricità contrarie; finchè verso il mezzo di detto arco divengono affatto insensibili, e nulle. Ciò prova ad evidenza, che il fluido elettrico versato da un capo della pila entro quella lista umida, sospinto e incalzato da quello, che sopravviene continuamente, vi è rattenuto in parte, ossia ritardato nel suo corso, sicchè non arriva colla prontezza che ci vorrebbe a risarcire tutto quello, che viene pur continuamente aspirato e succhiato dal capo opposto; ond'è poi che rimane qui rarefatto, là condensato, massime verso gli estremi.

Digitized by Google

Simili sperienze riescono ancor meglio ove la base della pila posi semplicemente sopra di un tavolo di legno, o simile cattivo conduttore, e sporgendo da essa base un pezzo di cartone, o panno bagnati, un altro pezzo o lista pure bagnata sporgente dal vertice si prolunghi a toccare il tavolo medesimo in distanza qualsiasi da quel primo pezzo bagnato. Così disposte le cose, si hanno segni di elettricità *in più* per tutto il tratto di uno di cotali pezzi inzuppati, e degradatamente anche dai piattelli della pila da quella parte, fin verso il mezzo di essa pila; e segni di elettricità *in meno* da tutto l'altro pezzo, e dai piattelli corrispondenti, pur anche fin verso il mezzo, il quale fralle due elettricità opposte trovasi a zero, ossia neutro. Che se da una parte la comunicazione abbia luogo con migliori, o più ampj conduttori, che dall'altra, l'elettricità da tal parte avendo maggiore sfogo (venendo cioè il fluido elettrico più facilmente versato, od assorbito secondo il bisogno) comparirà più debole che nella parte opposta, e diminuendo nella serie de' corrispondenti piattelli riuscirà nulla molto indietro del mezzo della pila; e già prima di tal mezzo comincierà a manifestarsi l'elettricità contraria dominante all'altro capo della pila. Coerentemente a ciò, se la base di questa comunichi essa sola per mezzo del tavolo col suolo, o altrimenti con capaci conduttori, e la testa non abbia comunicazione alcuna, niun segno avremo di elettricità da essa base, e tosto dalle prime coppie o piattelli metallici comincierà a manifestarsi (coll'ajuto, s'intende, del Condensatore) quell' elettricità, che va poi crescendo di mano in mano fino alla testa.

§ 57. Queste poche sperienze, ed osservazioni possono bastare, facendone la conveniente applicazione, a dilucidare un'infinità di altre esperienze analoghe, le quali cioè nella varietà de' risultati dipendenti dalle circostanze di moltiplicate comunicazioni, e queste più o meno imperfette, da una parte della pila, o dall'altra, pur si riducono ai medesimi principj, e si spiegano infatti dal nostro VOLTA in una maniera la più soddisfacente. Esporremmo volontieri una serie di tali sperienze, i di cui risultati, fuori della data spiegazione, parebbero se non affatto capricciosi, mirabili almeno; ma ciò menerebbe troppo in lungo. Non vogliamo però lasciare d'indicarne alcuna delle più curiose.

Una persona sostenga colla mano il piede di una forte pila ritta, ed un altra persona copra pur colla mano la testa di essa pila: queste due persone, che comunicano fra loro per un tratto di pavimento interposto, o in altra maniera, daranno segni di elettricità, una *in più*, l'altra *in meno*, corrispondentemente al capo della pila, che tocca ciascuna di esse: segni, coll'ajuto del Condensatore, sensibili ad un delicato elettrometro.

Un'altra sperienza non meno curiosa, e più sorprendente sembrerà questa. Una persona tenga toccati continuamente i due capi di una valida pila, l'uno con una mano, l'altro coll'altra formando per tal modo il suo

Digitized by Google

corpo un arco conduttore compito. Chi mai creduto avrebbe, che mantenendosi tal ampia comunicazione dei detti due capi della pila, vi si dovesse sostenere ancora parte della carica elettrica, e parte molto considerabile, al segno di poter dare scossa sensibilissima ad una seconda persona, che venga a toccare anch'essa con due lastre ben impugnate dalle mani umide (quanto giovino queste due lastre così impugnate si spiegherà in seguito) gli stessi due capi della pila? Or tale scossa si ottiene benissimo; e se anche questa seconda persona tenendo ivi le mani continuamente applicate faccia da secondo arco conduttore, una scossa pur anco sensibile potrà rilevare una terza persona, che in simil modo sopravvenga, e così altre di seguito fino ad un certo numero; giacchè crescendo tali archi conduttori va diminuendo in proporzione la carica o *tensione* elettrica della pila, e le scosse divengono mano mano più deboli, finchè riescono insensibili, e nulle. Certo è cosa sorprendente, che tanti archi conduttori, e così ampj avvegnachè di seconda classe, non valgano a dar intiero e libero sfogo al torrente elettrico qual esso sia, o che ne rallentino il corso più di quello faccia un sol arco mille, e mille volte più stretto, ma conduttore di prima classe, un filo metallico sottilissimo, il quale applicato a dovere ai due capi della pila non le lascia più dare scossa, nè segno elettrometrico alcuno. Quanto mai tali conduttori di seconda classe sono inferiori a quei della prima!

§ 58. Lasciando queste sperienze colle persone, e ritornando a quelle simili, e più semplici, in cui i capi opposti della pila comunicano per mezzo di una striscia di carton bagnato, si comprende ora, che coll'aggiungerne mano mano delle altre, i segni all'elettrometro (coll'ajuto del Condensatore), e la scossa andranno bensì diminuendo a proporzione, ma che non finiranno ancora del tutto per un numero assai grande di tali strisce, ove queste trovinsi applicate unicamente a detti capi. Che se vengano al dipiù applicate ai lati, e tutt'al lungo della pila medesima, in guisa di baciare i lembi di tutte, o quasi tutte le sue piastrette; in tal caso scemerà molto più la *tensione* della pila, e molto più deboli saranno le scosse, che potrà dare. Ad ogni modo non diverranno nulle neppur quando avrete fasciata così di cartone, di panno bagnato, o simile tutta la pila, o l'avrete ricoperta intorno di un velo, o strato d'acqua; molto meno quando sia soltanto grondante dell'umore che venga accidentalmente spremuto dai bullettini di cartone bagnato interposti o simili alle coppie metalliche. Cotali strati umidi larghi quanto vi vuole ad involgere tutta la pila, ma poco grossi, non danno dunque ancora sufficiente sfogo ossia libero passaggio alla piena di fluido elettrico, che move da un capo all'altro di essa pila: acciò lo diano, fa d'uopo ingrossarli molto, e poi molto; e allora solamente avviene, che divisa in tante vie cotesta piena passi tutta senza impedimento, o ritardo, almen sensibile.

§ 59. Or dunque il torrente elettrico non iscorre pel solo strato umido

Digitized by Google

interno, che veste la pila, ma benanche per i sovrapposti fino ad una larghezza considerabilissima; deviando così in gran parte dal più corto, e retto cammino, e descrivendo molti archi gli uni più grandi degli altri. È facile comprendere del resto, che il numero degli strati umidi involgenti la pila, ossia la grossezza totale richiesta a dar libero e pronto passaggio a codesto torrente elettrico, debbe essere tanto maggiore, quanto più attiva è la pila medesima, ossia maggiore la *tensione* che dispiega, e quindi la quantità di fluido elettrico, che ella mette in corso e che dee in ogni momento farsi strada. Or la sperienza ha mostrato al nostro VOLTA, che la grossezza di un mezzo pollice data allo strato umido involgente, non basta ancora per una buona pila composta di 100. coppie di rame e zinco; e che una di 200. con tal grossa fascia inzuppata non lascia di dare belle e buone scosse alle braccia di chi la tenti.

§ 60. Codesta pila così fasciata, e involta in tutta la sua lunghezza, che ciò non ostante produce la scossa più o men forte, ci fa comprendere in qual maniera l'organo elettrico della Torpedine, il quale rassomiglia così bene alla pila, anzi a molte riunite, come già facemmo osservare in più luoghi, possa anch'esso cagionare simili scosse a chi ne tocca le parti vicine, malgrado che trovisi tal organo involto, e rinchiuso nel corpo dell'animale. Certamente, che una parte del fluido elettrico lanciato dal detto organo, e tendente dall'uno all'altro capo del medesimo, dee scorrere pel corpo del pesce, in ragione della conducibilità delle sue parti, ma non essendo queste, per umide che sieno e succose, deferenti perfetti, nè grosse abbastanza per tradurre tutto quel torrente elettrico (§ prec.), forz'è, che una parte considerabile tenti di scaricarsi fuori del corpo medesimo, e si scarichi infatti attraverso la persona, che si fa a toccare esso corpo in vicinanza dell'uno o dell'altro organo (giacchè sono due), o se provochisi sott'acqua, in parte attraverso questo fluido, e in parte attraverso detta persona. Del resto, se le colonnette a strati, onde son composti tali organi, e le quali sono come altrettante pile, trovinsi per avventura circondate da qualche strato, o coibente, o quasi coibente, anche sottilissimo, da uno strato per esempio pinguedinoso, o da membrane poco umide, oppure non tocchino che per pochi punti a migliori conduttori, e solo le teste, e le basi di tali colonnette vengano applicate largamente a questi, come il VOLTA ama di figurarsi; e siffatta applicazione, in modo di compire il circolo, si eseguisca ad un tratto, come il medesimo deduce dallo sforzo che fa la Torpedine, o comprimendo il dorso, o in altra maniera, quando vibra la scossa: se oltre quest'ultima condizione, che sembra necessaria, e pare dimostrata, se ne ammetta alcuna anche delle altre qui indicate, che non sono destituite di probabilità, ne avremo d'avanzo per la spiegazione, di cui si tratta, comprendendo noi allora, che la minor parte del fluido elettrico lanciato dagli organi della Torpedine debba passare

Digitized by Google

per le membra del di lei corpo, e fare il giro interno, e la maggiore per l'acqua, in cui nuota, e in altri conduttori, che ivi si avvengano vicini, o che la tocchino fuori dell'acqua: nel qual ultimo caso è troppo facile il comprendere che le scosse debbano riuscire molto più forti, come realmente succede.

§ 61. Dopo avere il nostro Autore paragonate le sue pile involte nella veste umida alle Torpedini, che chiudono in seno simili organi elettrici, paragonate, dico, per ciò che riguarda le scosse, che sì le une, che le altre vengono a dare, tentandole fuori dell'acqua; ha cercato di compiere il parallelo col fare, che, come la Torpedine, il Gimnoto elettrico, ec., così anche codeste pile portassero le medesime scosse, soltanto più deboli, scaricandosi ossia lanciando il torrente elettrico entro ad una massa d'acqua, portassero, dico, tali scosse ad una persona, che terrebbe le mani tuffate nell'acqua stessa. Senza darsi la pena di congegnare la pila in modo, che immersa anche intieramente, rimanesse in alcun luogo interrotta la comunicazione fralle sue parti, comunicazione che si potesse poi stabilire a volontà, in modo di mettere subitamente in corso il torrente elettrico (il quale giuoco e struttura suppone egli con fondamento che abbia luogo nelle Torpedini, come abbiam qui sopra accennato (§ prec.)): senza ricorrere ad un simile congegno, che esigerebbe molta industria, e incontrerebbe delle difficoltà nell'esecuzione, vi supplì egli con un artificio molto più semplice, e che corrisponde egualmente all'oggetto propostosi. Fece dunque riflesso, che le condizioni della Torpedine immersa nell'acqua, si avrebbero anche per la pila, qualora il corpo di questa, involto in una veste umida, restasse bensì fuori dell'acqua, ma vi mettessero capo immergendovisi due grossi fili metallici o lastre procedenti una dall'estremità di essa pila, che tende a versare il fluido elettrico, l'altra dall'estremità, che tende ad ingojarlo. Si scorge infatti, che a questa pila così disposta non manca per tradurre una parte del torrente elettrico nè la veste umida, che rappresenta il corpo della Torpedine, ossia le parti che racchiudono i di lei organi elettrici, nè la massa d'acqua per trasmetterne da un capo all'altro una parte anche maggiore. Che però, se malgrado queste comunicazioni, ed ampj conduttori, ne resta ancora di tal torrente elettrico da scaricarsi lungo le braccia di una persona, che tenga tuffate le mani in quell'acqua, e scuoterle, convien ben dire, che grandissima sia la quantità di detto fluido versato in istanti brevissimi sì dalla pila, che dalla Torpedine (per le quali siccome abbiam veduto le cose camminano in tutto del pari), e che conduttori molto imperfetti sieno i corpi umidi, e l'acqua medesima. Ambedue le quali asserzioni, comprovate da tanti argomenti di fatto, e fecondissime di conseguenze, si confermano sempre più con nuove applicazioni, onde ci si perdonerà, se vi abbiamo già tanto insistito, e ad ogni tratto vi ritorniamo.

§ 62. Venendo più particolarmente al modo di provocare le scariche

Digitized by Google

della pila posta in parità di circostanze, come ora dicevamo, della Torpedine, la qual dia le scosse sott'acqua, comunque essa pila ne rimanga fuori per maggior comodo di sperimentare, ecco una delle maniere facili, con cui ha eseguito il nostro VOLTA le indicate sperienze, e come potrà ognuno ripeterle con successo. Sia una pila grande, e molto attiva, fasciata tutt'al lungo da una grossa pelle umida, od altra simil veste (ciò è per parificarla agli organi della Torpedine involti e rinchiusi nel corpo medesimo di quest'animale) (§ 60.), e trovisi interrotta in qualche sua parte, ma di maniera che si possa togliere, quando si voglia tale interruzione, e congiungere le parti a dovere. Il più comodo è di dividerla in due colonne, e disporle coricate sopra un tavolo in coda l'una all'altra, e separate per picciolo intervallo. Due lunghe lastrette, o fili metallici grossi procedenti dalle rispettive estremità di tal pila interrotta giungano a pescare nell'acqua di un catino qualunque, purchè non di metallo, e vi si tengano alla distanza uno dall'altro di alcuni pollici. In questo catino medesimo tuffi ora le mani una persona, e le porti o al contatto, o vicine rispettivamente a detti conduttori metallici. Così disposte, le cose, ogni volta che chiuderassi ad un tratto il circolo col togliere quella interruzione fralle due colonne della pila, sia mediante un buon conduttore, che vi s'introduca di mezzo, sia adducendo quelle ad un contatto immediato, il che nell'indicata disposizione può farsi col solo avanzarne una di quel picciol tratto, che è frammezzo, e premerla contro l'altra; ecco che le mani tuffate proveranno la scossa: la quale sarà più o meno sensibile secondo le circostanze, più o meno estesa alle braccia, ec.; minore però sempre di molto di quello riuscirebbe, se i fili metallici procedenti dai rispettivi capi della pila si trovassero fuori dell'acqua, e questi toccasse la persona colle mani; siccome accade anche per la Torpedine, la quale dà le scosse molto più gagliarde fuori, che dentro l'acqua, come già si è detto (§ 61). Il che prova, che dal fluido elettrico messo in corrente dalla nostra pila nelle or descritte sperienze, oltre quella parte che scorre per l'umida veste, che l'involge, come del pari ne scorre pel corpo della Torpedine, che chiude in seno i suoi organi elettrici (§ 60.); oltre il molto dipiù che ne passa pel corto e retto cammino dell'acqua interposta ai due fili metallici pescantivi, e per l'altra acqua circondante largamente essi fili, come egualmente ne passa in abbondanza per l'acqua che circonda la Torpedine immersa; oltre tutte questi ampi disviamenti del torrente elettrico, ne avanza ancora una buona dose, che, come appunto nelle sperienze colla Torpedine medesima, così in queste della pila prende la via meno diretta, e molto più lunga delle mani e braccia della persona, che nel modo indicato tienle tuffate nell'acqua stessa.

§ 63. Un'altra maniera di fare la stessa sperienza, con cui si compiace il VOLTA d'imitare ancor meglio e gli organi della Torpedine, e il processo della medesima per dare la scossa, è la seguente. Pone egli ritte in piedi, e

Digitized by Google

a lato una dell'altra due pile, ed una al rovescio dell'altra, sicchè ne formino una sola quando se ne uniscano le teste. Queste due pile, e meglio se siano in maggior numero rappresentano così al naturale le colonnette stratificate, ossia tubi ripieni di sottili diaframmi o pellicole sovrapposte ordinatamente le une alle altre, colonnette, che si alzano internamente dal ventre alla schiena di detto pesce, e formano, come si sa, i suoi organi elettrici. Sono tali pile disposte in maniera che un cuojo ben inumidito, che sta sopra le loro teste alquanto sollevato, stabilisce facilmente una buona comunicazione fra loro venendo a combaciarle a dovere, solo che si abbassi un poco. Partono, come nella sperienza precedente i due fili metallici, o lastrette dalle estremità di tal apparato, e vanno a terminare nell'acqua del catino, in cui la persona, che vuol provare la scossa tien tuffate le mani in vicinanza di essi fili, o lastrette, o meglio al contatto. Or questa scossa succede diffatti ogni volta che togliesi la sopra indicata interruzione, e compiesi il circolo, sia coll'abbassare quel cuojo bagnato, che sta sopra le teste delle pile, tanto che giunga a combaciarle a dovere, sia coll'applicarvi altro buon conduttore. Ognun vede quanto un tale processo di premere ed abbassare detto cuojo umido per far seguire l'indicato combaciamento, e quindi la scossa, s'assomiglia a quello, che si presume operare la Torpedine quando mira a lanciare essa pure la scossa con dare subitaneamente libero corso al torrente elettrico, cui i suoi organi sono atti per se stessi ad incitare e movere, che è di comprimere il dorso, o comechesia stringere e serrare contro di esso e il ventre tali organi elettrici, onde si effettuino i combaciamenti all'uopo richiesti.

§ 64. Se dopo tutto questo facesse ancor maraviglia a qualcuno, che le scariche elettriche, ossia le correnti lanciate sia dalla Torpedine, sia dalla pila entro una massa d'acqua, possano deviare in parte dal tragitto per essa acqua, ed una porzione qualunque prendere la strada, e fare il lungo giro dall'una all'altra mano, che pescano nella medesima; se qualcuno volesse argomentare da ciò, che non sia forse vera, e genuina elettricità nè quella della pila, nè quella della Torpedine: o che tale elettricità si comporti per avventura con leggi diverse da quelle che si osservano nell'elettricità comune: o che all'elettricità si associi in questi fenomeni qualche altro agente, lo convincerebbe tosto dell'errore il Fisico tante volte lodato, mostrandogli, che succede lo stesso anche colle scariche delle grandi boccie di Leyden, e batterie. Ha dunque provato il VOLTA, che caricate queste a dovere, se scarichinsi sopra i due fili metallici o lastrette che come nelle precedenti sperienze vengano a pescare nell'acqua, in cui una persona tenga le mani tuffate e approssimate rispettivamente a que' metalli, o meglio li tocchi, fanno sentire la scossa più o men valida ad esse mani, alle braccia, ec. secondo la forza della carica, ed a norma della capacità di esse boccie, e batterie.

§ 65. Fin qui le mani tuffate nell'acqua del catino, e invase da una por-

Digitized by Google

zione considerabile del torrente elettrico, spinto sia dalla boccia di Leyden sia dalla pila, e portantesi dall'uno all'altro dei due fili metallici o lastrette che pescano nell'acqua stessa, giungevano al contatto, o a pochissima distanza di codesti metalli: e mirabile pur ne sembrò, che non passasse tutto per l'acqua ad essi dirittamente interposta detto torrente elettrico, ma deviasse cotanto, prendendo a scorrere in non piccola porzione pel lungo e obliquo cammino d'ambe le braccia della persona messasi a tal prova, e portandovi una scossa sensibile. Ora ben più mirabile dovrà apparire, che tale deviazione, e tali scosse succedano anche qualora la persona tenga le mani là entro all'acqua non giustamente frammezzo alle due lastrette o fili metallici pescantivi, e neppure a lato, o vicino ad essi; ma in distanza, fuori cioè della diritta strada, e lungi da essa non poco. Vero è, che quanto maggiore è tal distanza, tanto minor parte del torrente elettrico, che si spande per l'acqua, onde incontrare minor resistenza, arriva alle mani, e scorre per esse, e tanto minore è quindi la scossa, che ne risentono. Ma se la pila è potente molto, o la boccia, che in vece s'adoperi, è grande e caricata fortemente: e se l'acqua del catino trovisi pochissimo conduttrice, qual è quando è pura, senza sali; può aversi ancora una scossa sensibile tenendo le mani entro esso catino lungi dal diritto sentiero, che mena dall'una lastretta metallica all'altra, un palmo e più; la qual cosa, torniamolo a dire, è ben mirabile: mirabilissimo poi oltre ogni credere che succeda ancora la scossa a tale distanza, ove in vece di fili metallici, o lastrette, siano lamine molto larghe, che peschino nell'acqua.

In alcuna di tali sperienze ha il VOLTA introdotto in una vasca di legno larga un piede circa, e lunga quasi tre, piena d'acqua, due lamine metalliche, che si affacciavano con una superficie ciascuna di 40. e più pollici quadrati, in distanza una dall'altra ora di tutta la larghezza della vasca, or meno, cioè di alcuni pollici solamente. Presentavasi dunque a tradurre il torrente elettrico lanciato o dalla boccia di Leyden fortemente carica, o dalla vigorosa pila, e tendente dall'una all'altra di quelle larghe lamine, presentavasi una colonna d'acqua continua, larga egualmente, cioè 40. e più pollici quadrati; eppure non bastava a tutto trasmettere quel torrente di elettricità, e molto ne scorreva ancora fuori di tale ampia strada, e ne giungeva fino alla distanza da essa di un piede e più, tanto da scuotere sensibilmente le mani quivi tuffate. Qualora poi la scossa riuscisse insensibile alle mani in tanta distanza dalle lamine, per essere o non abbastanza potente la pila, o la boccia di Leyden un poco men carica, o un poco men grande del dovere; non mancavano o la boccia, o la pila di scuotere, e far balzare qualche rana di fresco trucidata, o qualche pezzo della medesima tagliata in quarti, che si tenesse immerso invece delle mani in quell'acqua, a qualunque distanza da esse lamine metalliche, in una parte p. e. della vasca stando queste affac-

Digitized by Google

ciate fra loro in parti opposte più lontane. Dal che si rende manifesto, che filo di acqua non vi era in tutta quella massa, che invaso non fosse da qualche porzione della corrente elettrica. E con tutto questo non passava ancor tutta la piena con quella prontezza, e facilità, con cui può passare per un filo sottilissimo di metallo; posto il quale in perfetta comunicazione colle due lastre, sia fuori sia dentro l'acqua, ossia tirato dall'una all'altra senza alcuna discontinuità metallica, non sentono più scossa alcuna nè mani, nè rane, in qualunque luogo di quell'acqua trovinsi immerse, anche al contatto dell'una o dell'altra di dette lastre, o del filo metallico, che le unisce, quando si fa sopra di esse lastre la scarica elettrica della pila, o della boccia: nulla, dico, risentono le mani, o le rane tuffate, allorchè comunicano fra loro le due lastre per mezzo di un filo metallico anche sottilissimo; a meno che sia la scarica elettrica troppo forte, e capace di quasi arroventare esso filo.

Quanto poco conduttrice è dunque l'acqua, (convien pure ripeterlo) in paragone dei metalli: calcolando da quanto debb'essere più spaziosa la strada nell'acqua, che in un metallo qualunque, per lasciar passare con eguale facilità e prontezza un grosso torrente elettrico, ossia una data quantità di questo fluido in egual tempo, dobbiam dire che sia non centinaja, non migliaja, ma milioni di volte meno conduttrice quella che questi.

§ 66. Simili sperienze alle ora descritte possono farsi come ne insegna l'istesso VOLTA adoperando invece dei catini, o vasche piene d'acqua, panni, cartoni, od altri corpi imbevutine copiosamente. Applichinsi per esempio ad una tovaglia, o tappeto ben bagnato due piastre metalliche grandi o picciole, come si vuole, in distanza di alcuni pollici una dall'altra, e sopra questa o quella si erga in piedi una buona pila, o posi una boccia di Leyden ben carica (si può anche far senza di questa piastretta, tenendone luogo sia il primo piattello, o base di essa pila, sia l'esterna armatura di tal boccia); quindi una o più persone applichino le palme delle mani allo stesso panno bagnato, ora frammezzo, e in dirittura di quelle piastre, or fuori di tal direzione, e a diverse distanze: all'atto, che con un arco metallico facendosi comunicare la testa della pila, o l'uncino della boccia a quell'altra piastretta, seguirà la scarica, e avrà luogo la corrente elettrica, che dee passare pel panno bagnato, si proveranno le scosse dalla persona, o persone, che stanno colle mani applicate al panno medesimo; scosse più deboli a proporzione che tali contatti delle mani si fanno a maggiore distanza dalle piastre; e solo mancheranno a distanze molto grandi, a quelle per avventura di 2. piedi, o più: alle quali, e più oltre ancora, potranno venire scosse delle rane o intiere, o tagliate per metà, o fatte in quarti. Curioso spettacolo sarà, sparse trovandosi quà e là sul panno bagnato, che copra un tavolo intiero, diverse rane, quali trucidate soltanto, e scorticate, quali fatte in brani, dove ambedue le coscie colle gambe, e dove una gamba sola, ec. vederle convellersi,

Digitized by Google

e balzare, qual più, qual meno, secondo che giacciono vicine o lontane alle piastre metalliche applicate allo stesso panno bagnato; veder tali bizzarri movimenti, e convulsioni per ogni scarica elettrica della boccia o dell'elettromotore portata sopra ad esse lastre è un'evidente riprova, che passando dall'una all'altra di contro il torrente elettrico, dee, per incontrare minore resistenza, spandersi per tutto quello strato umido intorno e percorrerne ogni via.

Cotesti pezzi troncati di rana, coteste gambe di fresco recise, e snudate della pelle, e molto più le rane preparate alla maniera di GALVANI sono così eccitabili, che poste sul panno bagnato non troppo lungi dall'una o dall'altra piastra, e da qualsisia parte, si convellono, e balzano anche per una debole scarica sopra queste di una picciola boccetta, anche per quella di un Elettromotore di poche coppie metalliche, cioè di quattro solamente piattelli doppj di rame e zinco, di tre, di due, e fino di una sola coppia; e quindi anche nel caso, che non vi siano che le due piastre applicate al panno bagnato, una d'oro, d'argento, o di rame, l'altra di stagno, o meglio assai di zinco, e si facciano queste comunicare per mezzo di un arco metallico qualunque. Nè già solo si riesce in tali prove delle rane tagliate ponendole frammezzo, o a lato delle due piastre d'argento e zinco sul panno bagnato, o in altra maniera a fior d'acqua, ma anche tenendo e queste e quelle intieramente sott'acqua, nel fondo per esempio di un catino; avvegnachè men facilmente, ed a minore distanza si ottengano in quest'ultima maniera quelle curiose convulsioni.

§ 67. In tutte le sperienze di questo genere abbiam supposto, che l'acqua del catino, e quella di cui trovansi inzuppati la tovaglia, il tappeto, od altro strato qualunque, trovisi sufficientemente pura, com'è l'acqua comune di pozzo, o di fontana. Che s'ella sia purissima, quale la piovana, o la distillata, molto più imperfetta mostrandosi la sua virtù conduttrice, riusciranno vieppiù ampj gli allargamenti per essa, e le deviazioni della corrente elettrica spintavi o dalla boccia carica o dalla pila, e tendente dall'una all'altra delle lamine metalliche poste a combaciamento dell'acqua medesima: per il che accadranno le scosse nelle mani, le convulsioni nelle rane intiere, o tagliate, ec. molto più risentite, ed accadranno sibbene per cariche meno forti. All'incontro se l'acqua tenga sciolto qualche sale, in dose anche picciola, tanto che appena se ne senta dalla lingua il sapore, resa quella con ciò assai più *deferente* (mirabil cosa invero, giacchè i sali concreti, cioè i muriati, i solfati, i nitrati, ec. in istato solido, sono anzi *coibenti*, che deferenti, o deferenti ben più cattivi dell'acqua) offrirà assai più facile, e spedito il passaggio al torrente elettrico, nè lo obbligherà a tante, e sì grandi deviazioni; per il che le mani immerse in tal acqua non rileveranno che scosse di gran lunga più deboli di quelle che si hanno nell'acqua schietta, e solo qualora tengansi entro quel bagno un poco salato, o al contatto, o in grande vicinanza delle lastre metalliche, dall'una delle quali scorre esso torrente elettrico all'altra

Digitized by Google

attraverso il bagno medesimo. Ecco il caso (cade qui in acconcio di far ciò osservare) della Torpedine nell'acqua salsa marina, cui convien toccare in qualche parte del corpo vicino alla schiena, od approssimarvi almeno la mano o nuda, o armata d'un buon conduttore, se si ha a sentire la scossa: la quale pure riuscirebbe assai più forte in un bagno d'acqua non salsa.

Progredendo in queste sperienze, che si è compiaciuto di comunicarci il nostro VOLTA, come dicemmo, accrescasi la dose di sale nell'acqua a segno, che se ne senta molto più il sapore, ancorchè ve ne manchi tuttavia non poco al termine di saturazione: allora non più scosse sensibili alle mani tuffatevi, neppure se trovinsi di mezzo alle due lastre, sul diritto sentiero cioè, che mena dall'una all'altra, molto meno se fuori di tale retta strada. In questo caso adunque il torrente elettrico preferendo la via dell'acqua ben salata, più conduttrice che non siano le parti solide, e gli umori delle mani, non le invade nel suo tragitto, come quando l'acqua è semplice, o poco salata, e le schiva piuttosto. Non è già, che una porzione di tal corrente non passi pure per esse mani anche in tal acqua ben salata; ma ella è troppa picciola in paragone della copia di fluido elettrico, che tragitta per quell'acqua più deferente, come ora si è detto; onde non riescono sensibili le scosse per le scariche di boccie di Leyden mezzane, e mediocremente cariche (come sarebbe a 15. o 20. gradi del quadrante-elettrometro), o di pile poco grandi, e poco attive (es. gr. di 40. o 50. coppie di rame e zinco); ma impiegandovi o pile assai più composte e potenti, o boccie molto capaci caricate fortemente, o meglio batterie di boccie, qualche scossa non mancherà di sentirsi, e potrà anco riuscir grave in detta acqua carica di sale. Questo è certissimo, che sarà sempre incomparabilmente meno sensibile, che nell'acqua comune non salata, e massime che nella piovana, o distillata.

§ 68. Avvegnachè entro all'acqua semplice naturale, e meglio entro alla distillata più pura, ricevano le mani nelle sperienze, di cui si tratta, scosse abbastanza forti anche da boccie di Leyden nè molto capaci, nè fortissimamente cariche (ai 20. gradi per es. qui sopra notati), ed anche da pile non gran fatto attive, formate di un numero non molto grande di strati (cioè di 40. 50. 60. coppie di rame e zinco); richiedesi però sempre a dare in tal modo alle mani sott'acqua una scossa di egual polso, o carica molto più forte, o assai maggiore capacità delle boccie, o pila molto più numerosa di strati, che non a darla fuori dell'acqua, altrimenti con cariche, o *tensioni* eguali la scossa riesce di gran lunga più debole: e se ne comprende facilmente la ragione da ciò che si è già detto, e spiegato; cioè che in quelle sperienze una porzione solamente del torrente elettrico passa per le mani, che stanno nel bagno d'acqua, ed il resto segue la strada di essa acqua; laddove in queste senza un tal bagno, tutto il detto torrente non ha altro passaggio, che per le mani.

Digitized by Google

§ 69. Riguardo alla quale diversità delle scosse portate alle mani nei due diversi modi indicati, e riguardo alle condizioni, per le boccie di Leyden e batterie, sì della capacità loro, che dell'intensità delle cariche, e per le pile, (supposte di buona forma, e in ottimo stato) della loro *tensione* dipendente dalla qualità, e numero de' pezzi onde sono composte, per aver pure qualche cosa di determinato all'incirca, si è fatto il nostro infaticabile e sagace sperimentatore a moltiplicare le ricerche, e ne ha avuto i seguenti risultati.

Una boccia, o giara di vetro sottile, avente un piede quadrato di armatura, fa già sentire qualche scossarella a un dito solo, che o bagnato tocchi immediatamente la di lei armatura esteriore, o vi comunichi per mezzo dell'acqua di una tazza, in cui peschi una lastretta metallica prolungata al contatto di essa armatura, mentre con altra larga lamina metallica impugnata strettamente dall'altra mano ben umida si viene a toccare l'armatura interna, ossia l'uncino, che ne sporge, fa sentire, dico, tentata in questo modo che serve molto bene all'intento come si è già detto altrove (§ 49.), una scossarella al primo nodo di quel dito, se dessa boccia abbia la carica di ½ grado solamente dell'elettrometro a paglie sottili (§ cit.), e per quelle di 4. 6. 8. 10. gradi porta la commozione discretamente forte a tutto il dito, ai carpi di ambe le mani, e fino ai gomiti. Ora la stessa boccia vuol esser carica a 5. gradi circa per iscuotere nell'istesso modo il dito, cioè così debolmente che appena si senta, e carica a poco meno di 100. gradi dell'istesso elettrometro a paglie, ossia a 6. circa di quello a quadrante per dare una scossa discretamente forte che giunga ai gomiti, quando nell'altra maniera qui sopra descritta stanno esse mani nell'acqua dello stesso catino, in cui pescano le due lastre, sopra le quali viene a farsi la scarica. Una batteria invece di 10. 15. 20. piedi quadrati di armatura può far sentire eguale scossa, ed anche maggiore alle mani similmente tuffate nel comune catino, caricata a 12. 15. 20. gradi del medesimo elettrometro a paglie sottili. Che se scarichisi toccandola acconciamente, senza che vi sia tal bagno comune, senza cioè l'acqua che faccia comunicazione tralle opposte armature, una carica di 1. grado solo, o poco più darà una scossa discretamente forte, e finalmente basterà per darne una debolissima sensibile appena ad un dito la carica di $^1/_{10}$, di $^1/_{12}$, di $^1/_{16}$ di grado (come ricavasi dai §§ 49.-51.).

Dietro tali risultati, che ci offrono le sperienze di VOLTA, eseguite già da qualche anno, e comunicateci non ha molto, possiamo inferire, che per batterie di 100. 150. 200. piedi quadrati di armatura basterebbero le cariche di 3. o 4. gradi per iscuotere nell'istesso modo sott'acqua le mani, e portar la commozione fino alle braccia; quelle di $^1/_3$ di grado circa per dare l'istessa scossa forte ed estesa senza il bagno continuo; e finalmente di $^1/_{40}$, $^1/_{50}$, o $^1/_{60}$ di grado per darla in cotesta maniera debolissima, appena sensibile a un dito.

Digitized by Google

§ 70. Insomma le prove fatte hanno mostrato richiedersi per le boccie di Leyden, e per le batterie, che le cariche o *tensioni* elettriche sieno circa 10. volte maggiori, se hanno a dare alle mani, o ai semplici due diti tuffati nel bagno comunicante ad ambe le armature metalliche, scosse eguali a quelle che danno senza tal bagno continuato: il che ha luogo egualmente per gli Elettromotori. Infatti se pile di sole 4. coppie rame, e zinco interpolate da bullettini ben intrisi di acqua salata, possono far sentire una leggerissima commozione allorchè una sola delle estremità di tale pila comunica per mezzo di qualche lastretta o grosso filo metallico coll'acqua in cui pesca esso dito, e si viene quinci a toccare l'altra estremità con un metallo impugnato dall'altra mano, che sia umida; vi vogliono poi pile di 40. coppie circa, per produrre simili debolissime commozioni ne' diti tuffati nell'acqua di un vaso, in cui venga a metter capo, oltre la lastretta procedente da un capo della pila, anche un'altra, la quale poi con un arco conduttore parimente metallico si faccia comunicare all'altro capo della pila medesima: e se le pile di 20. coppie metalliche, di 40. di 60. ec., (sempre inteso, che siano ben costrutte, e in ottimo stato) valgono in quella prima maniera a dare scosse più che mediocri, che si estendono ai carpi, ai gomiti, alle spalle; vi vuole perchè producano altrettanto in quest'altra maniera, che contino 200. 400. 600. coppie, ec.

Questi risultati si sono avuti coll'acque comuni de' pozzi, e delle fontane, non mai scevre affatto di sali. Coll'acqua distillata più pura, e quindi assai meno deferente, abbiam già notato (§ 67.) richiedersi molto meno di carica, perchè le mani, o i diti, o le rane ec. risentano in tale bagno la scossa, che non nell'altro di acqua comune. Or qui diremo, che vuol essere non già 10. volte circa, ma 2. o 3. solamente maggiore la carica elettrica di quella, che si fa sentire senza il bagno. All'opposto coll'acqua ben salata, incomparabilmente più conducevole, come più volte abbiam fatto rimarcare, vi vuole carica assai più forte (ivi): non solo dunque 10. volte maggiore, ma 60. 80. 100. ed oltre. Così, se senza il bagno basta a far sentire qualche scossa a un dito la carica in una boccia di Leyden di un piede quadrato di armatura di ½ grado dell'elettrometro a paglie sottili, e nelle prove col bagno di acqua di pozzo di 2. a 3. gradi (§ 69.), provando coll'acqua pregna di sale, basteranno appena le cariche dell'istessa boccia di 15. a 20. gradi del quadrante elettrometro, che valgono 240. a 320. gr. di quello a paglie.

§ 71. Una cosa, che merita osservazione in queste sperienze delle commozioni portate alle mani, che pescano nella stessa acqua attraverso la quale passa la scarica elettrica, si è, che le braccia vengono per lo più scosse ben poco in paragone delle mani, e massime della parte di esse immersa. La ragione di ciò debb'essere, che non tutta la porzione del torrente elettrico, la quale tragittando per l'acqua invade l'una mano tuffatavi; ma una parte

Digitized by Google

soltanto di questa porzione prende a fare il lungo giro delle braccia per giungere all'altra mano, mentre la più gran parte si porta attraversando largamente quella e questa mano, e l'acqua di mezzo, per la più corta via dall'un termine all'altro, i quali termini sono le lastre in essa acqua pescanti nelle sperienze sopra descritte colle boccie di Leyden e colle pile, e in quelle colla Torpedine, i capi de' suoi organi elettrici, cioè la schiena ed il ventre. Da questo torrente di fluido elettrico, che attraversa così l'acqua interposta, affettando più d'ogn'altro il diritto cammino, ma insieme prendendo, per facilitarsi il passaggio, anche altre strade laterali, e oblique, ossia spandendosi molto in largo, come abbiam fatto osservare, viene scossa anche una mano sola, o un dito, che pescando in essa acqua trovisi su una delle vie di tal tragitto, e massime sulla diritta, o su qualcuna delle più vicine. Questa scossa in parità di forza riesce più dolorosa alla mano, o almeno più ingrata di quelle, che provansi quando nelle altre maniere la corrente elettrica fa tutto il giro delle braccia: essa mano è compresa da un certo senso di costrizione, e da un intormentimento, che non può spiegarsi, se non si prova; e questo non resta già confinato alla sola mano, o parte di lei immersa, ma ove il torrente elettrico sia molto grande e poderoso, si estende per consenso più o meno su per il braccio. Che se replichinsi con molta frequenza cotali commozioni, come accade per lo più colla Torpedine, cui non si cessi di tentare, e stuzzicare; e come ad imitazione può farsi anche più facilmente colle pile, nasce nella mano, ed anche nel braccio quel formicolamento, lassezza, e stupore, che ha fatto dare appunto il nome di Torpedine a quel pesce.

§ 72. Colle boccie di Leyden, e batterie può benissimo imitarsi ciascuna commozione, ma non la serie frequente di molte, dovendosi per ogni volta ricaricare esse boccie coll'azione di altri stromenti (con qualche o macchina elettrica ordinaria, od elettroforo), e coll'impiego di un tempo notabile. In ciò solo differiscono l'azione, e gli effetti delle boccie di Leyden, e batterie, da quelli delle Torpedini, e degli Elettromotori di VOLTA, i quali per propria forza si caricano, e appena scaricati si ricaricano da se stessi all'istante; ossia tendono continuamente a vomitar fuora da un capo, e ad ingojare coll'altro gran copia di fluido elettrico: con che, ove stabiliscasi una comunicazione non interrotta di conduttori abbastanza buoni, movono, e mantengono una corrente rapida, e incessante, come tante volte si è detto. Ma per ciò che è delle singole scariche momentanee, o a meglio dire limitate ad un tempo brevissimo (nel qual senso abbiamo spiegato (v. l'art.° 3.°), che abbia ad intendersi per momentaneo in qualsivoglia scarica), ogni effetto, ogni accidente è perfettamente eguale, provengano esse scariche da batterie, da pile, da Torpedini; o almeno non ve n'è nessuno di quelli delle pile, che non possa imitarsi colle batterie, come ampiamente abbiam veduto. Que' soli effetti non possono queste imitare, i quali tengono alla continuazione, e durata

Digitized by Google

della corrente elettrica per un tempo sensibile; come il bruciore nelle parti molto delicate (sebbene anche questo possa ottenersi dalle grandi boccie, o batterie, caricandolo a un grado un poco più alto, e rallentandone alquanto la scarica, sicchè duri un tempo notabile, coll'interposizione di qualche men buon conduttore nel circolo): le sensazioni di sapore sulla lingua, ed altre alterazioni ne' corpi vivi, o morti, delle quali parleremo in altro articolo; e quelle più stupende ancora fuori del regno animale, intorno a cui pure ci tratteremo di proposito.

§ 73. Conchiudiamo dunque, che non solo il parallelo delle batterie colle pile, od Elettromotori di qualsisia forma è compito, ma ancora quello delle pile colle Torpedini, come ci mostrò con tante sperienze, ed osservazioni il nostro VOLTA (*q*).

(*q*) Per nulla detrarre di ciò che è dovuto a ciascuno, dobbiamo qui riferire, che simili sperienze, ed osservazioni dirette a paragonare i fenomeni della Torpedine con quelli delle batterie elettriche, molto prima del VOLTA sono state fatte da Lord KAVENDISH, [1] e pubblicate da lui in una eccellente Memoria inserita nelle Transazioni Anglicane per l'anno 1776., con cui l'Autore si propone appunto di provare, che la scossa, che dà sott'acqua la Torpedine, e gli altri fenomeni tutti possono imitarsi colle scariche di batterie grandissime caricate debolissimamente; cioè a così piccol grado, che non diano nè scintilla, nè segno alcuno al più sensibile elettrometro, nè possono superare la più picciola interruzione nell'arco scaricatore, e neppure la resistenza, che oppongono gli imperfetti contatti degli anelli di una catena metallica poco tesa, o troppo lunga: accidenti, che accadono pure, come osserva, nelle sperienze colla Torpedine.

KAVENDISH ripeteva anch'egli la grave scossa, che cagiona una carica di sì debole *tensione*, alla grandissima copia di fluido elettrico, che forma tal carica in una capacissima batteria, e che da questa viene quindi a vomitarsi in brevissimi istanti. L'imperfezione poi dell'acqua a tradurre tale scarica, per cui la corrente di fluido elettrico doveva molto allargarsi entro essa acqua per attraversarla con minor difficoltà, e per cui invadendo le mani, che vi si trovassero immerse entro i limiti di tal espansione, lor cagionava la scossa; cotal imperfetta conducibilità dell'acqua fu da lui molto bene conosciuta, se non anche portata all'eccesso, volendo egli, che fosse l'acqua pura 400 milioni di volte meno deferente de' metalli, e l'acqua salata anch'essa alcuni milioni di volte meno. Il medesimo ideò le sperienze di far entrare nell'acqua di un gran catino due verghe, o lastre metalliche, per provare se scaricando sopra queste la grande batteria debolissimamente carica, la mano, o mani immerse in quell'acqua in vicinanza di essi metalli verrebbero scosse, come lo sono dalla Torpedine parimenti sott'acqua; e il successo corrispose all'aspettazione. Finalmente ad oggetto di una miglior imitazione, almeno in apparenza, costruì, e pose nell'acqua, una certa qual figura del pesce, di cui si tratta, fatta di corame, o simile altra materia poco conduttrice, e portante due laminette, o scudetti metallici, uno sul dorso, l'altro sul ventre, ai quali venivano a terminare le indicate due verghe metalliche. A questa macchinetta dunque, che gli piacque di chiamare *Torpedine artificiale* (che però non rassomigliava alla naturale intrinsecamente, nè per alcuna

[1] *Tanto nella memoria stampata nel* 1914 *come nei Ms. del Cart. Vol. il nome di questo fisico è sempre così citato* « Kavendish » *anzichè* « Cavendish ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

ARTICOLO VI.

Degli effetti, che oltre le scosse, producono gli Elettromotori sopra gli organi animali e particolarmente sopra quelli de' sensi.

§ 74. Ci siamo molto estesi nel confronto delle scariche, e correnti elettriche provenienti dalle batterie, e dagli apparati Elettro-motori, perchè oltre allo schiarire alcuni punti finora poco intesi di elettrometria, un tal confronto porta l'ultima convinzione, che tutta l'azione di questi apparati (chiamisi pur *galvanica*, che poco finalmente importa del nome) consiste in una vera, genuina, e semplice elettricità: in quella elettricità, la quale esperienze dirette dimostrano eccitarsi pel solo mutuo contatto di condut-

---

virtù, od azione sua propria, di cui gode questa), se portavansi le mani al contatto, o solamente in vicinanza sott'acqua, oppure se fuori dell'acqua toccavansi le dette armature, o scudetti metallici, si avevano le commozioni qualunque volta si scaricasse sopra le dette verghe metalliche la batteria carica nel modo che si è detto: le quali commozioni non lascia l'Autore di notare, che riuscivano molto più forti fuori, che dentro l'acqua, come accade anche colla Torpedine vera, ec.

Tali sperienze ed osservazioni di KAVENDISH, che precedettero di tanti anni quelle analoghe di VOLTA, e fornirono a questi, come pare, de' lumi, sono invero molto belle, ed istruttive, e fanno grand'onore alla sagacità del celebre Fisico Inglese; ma esse mancavano ancora di quel molto, che a compimento vi aggiunse il nostro Italiano colla scoperta dell'Elettromotore, e coll'applicazione di questo maraviglioso stromento alla spiegazione vera, o almeno probabilissima de' fenomeni della Torpedine, non che all'imitazione più perfetta, e compita de' medesimi. Quanto in fatti vengono meglio imitati questi fenomeni, sostituendo alle boccie di Leyden, o batterie, che inattive per se stesse, debbono per ogni prova caricarsi, e prendere sempre tal carica dall'azione più o men lunga di una potenza esterna, sostituendovi detto apparato Elettro-motore, il quale agisce per propria forza, e sempre carico, sempre pronto a dare le scosse, può replicarle coll'istessa frequenza della Torpedine, e maggiore ancora? E quanto l'istesso Elettro-motore, che sia costrutto a colonne, o pile, non rassomiglia eziandio per la forma agli organi elettrici meravigliosi di quel pesce singolare? Ciò, che c'induce vieppiù a credere, che sia anche in fondo, cioè quanto all'esenziale costruttura il medesimo, cioè, che la sua virtù ed attività venga dal principio generale stabilito da VOLTA, il quale è, che conduttori diversi posti a mutuo contatto sono anche *motori* di elettricità: il che ritenuto, è facile supporre, che le laminette, o pellicole sovrapposte le une alle altre in gran numero nelle molte colonnette, o tubi, di cui son composti tali organi elettrici, differiscano tra loro in guisa che due, e tre sostanze diverse si succedano alternativamente compresovi anche qualche umore, da cui sieno interpolate due a due, in somma trovinsi disposte nell'ordine conveniente, come appunto son disposte le doppie laminette metalliche, e interpolate da un terzo conduttore diverso nelle pile: alle quali pile si comprende ora come bene converebbe il nome di *organi elettrici artificiali* proposto da VOLTA.

Ritornando all'esperienze di KAVENDISH più limitate, come dicevamo, di quelle del nostro Professore, ma però originali, istruttive, e che hanno incontrastabilmente il merito

Digitized by Google

tori diversi, singolarmente metallici. Codesta elettricità si è veduto infatti, col parallelo delle batterie caricate agli stessi gradi, essere più che sufficiente a produrre i così detti *fenomeni galvanici*, segnatamente le commozioni; le quali, convien pur dirlo ancora, solo per mancanza di cognizione de' principj di elettrometria, hanno potuto sembrare troppo forti in paragone degli altri segni elettrici: solo perchè non si è saputo, o non si è considerato, che anche le boccie di Leyden molto capaci, e meglio le grandi batterie possono dare scosse gagliarde con cariche debolissime, e fino insensibili al più delicato elettrometro: e che appunto a batterie d'immensa capacità debbono paragonarsi gli Elettromotori Voltiani per riguardo alla durata della scarica, ossia continuazione della corrente elettrica. Conviene ora trattenerci un altro poco intorno all'efficacia di tal corrente elettrica continuata nel dare le com-

---

della priorità, soggiungeremo, che facendo egli delle medesime, e di molte osservazioni a proposito, quell'applicazione che potea ai fenomeni della Torpedine, veniva finalmente a conchiudere, che per ispiegarli sufficientemente basta supporre, che a quella parte del di lei dorso, a cui corrisponde un capo degli organi elettrici ch'ella chiude in corpo, abbordi ad un tratto, e s'affolli, nel momento cioè che essa Torpedine si fa a dare la scossa, una grandissima copia di fluido elettrico, il quale si sforzi di uscirne fuori tendendo verso il ventre, a cui corrisponde l'altro capo di essi organi scarseggiante in quell'atto stesso, ossia elettrico in meno; oppure inversamente: che tal sforzo, o *tensione* però sia debole al segno, che non valga a superare una picciolissima interruzione nell'arco conduttore, ossia a gettarsi di salto ad una sensibile distanza; ma che nondimeno supplendo la quantità all'intensità possa quel fiume elettrico sì copioso scuotere le mani, ec., in cui s'imbatte, e per cui scorre e trapassa; come ha fatto vedere, che le scuote la egualmente debole, ma copiosa scarica della gran batteria. Intorno alle quali cose, come anche riguardo al dilatarsi cotanto la corrente elettrica, e battere si larghe vie nel tragitto per l'acqua, e per altri corpi umidi, appunto per essere tal corrente sì copiosa, e que' conduttori molto imperfetti, vedesi com'egli ha prevenuto il VOLTA, il quale è in tutto ciò perfettamente d'accordo con lui, ossia ambedue son d'accordo coll'esperienza.

Ma come poi, e per quale virtù e forza si faccia subitamente una tale e tanta accumulazione, e condensamento di fluido elettrico a quella o questa estremità di detti organi della Torpedine, ed una corrispondente vacuità all'estremità opposta, non pretende esso KAVENDISH di conoscerlo, nè si fa pure a cercarlo nella citata Memoria; lo scopo della quale è solamente di provare che coll'elettricità possono tutti spiegarsi i fenomeni della Torpedine, ed imitarsene perfino con macchine elettriche artificiali, cioè colle batterie, i principali accidenti. Nulla dunque c'insegnò KAVENDISH riguardo l'origine, ossia causa di questa prodigiosa elettricità della Torpedine, e neppure qual giuoco e funzione vi esercitino gli organi di lei detti elettrici; nulla gli altri Fisici colle tante, e sì varie loro ipotesi, le quali anzi servirono più a confondere, che a rischiarare la cosa. Era riservato al VOLTA lo scoprire quel nuovo principio di elettricità, seguendo il quale costrusse il suo Elettro-motore, ossia la pila, a cui tanto si rassomigliano, come si è veduto, i detti organi della Torpedine, ec. È egli dunque il primo, e il solo, che ha dato una spiegazione compita, o almeno soddisfacente di tutti i fenomeni di quel pesce mirabile (siccome pure degli altri dotati della medesima virtù, e chiamati elettrici), e dell'azione elettrica risedente ne' soli organi a ciò addetti, e risultante dalla loro struttura, simile cotanto, ripetiamolo, a quella delle pile, ec.

Digitized by Google

mozioni, e alla gravezza di queste, prima di passare a considerare particolarmente anche altri effetti della medesima sopra diverse parti del corpo animale, e singolarmente sopra gl'organi de' sensi: ciò che formerà il soggetto principale del presente articolo.

§ 75. Cotesta efficacia in produrre scosse, eccitare contrazioni muscolari, e moti convulsivi, si rileva già dalle sperienze galvaniche propriamente dette, cioè da quelle prime, in cui non s'impiegavano che due pezzi metallici applicati un quà l'altro là ad alcuni punti de' nervi o muscoli dell'animale, e fatti quindi comunicare tra loro, o immediatamente, o per mezzo di un terzo metallo qual arco conduttore. In queste sperienze del primitivo galvanismo bastava a convellere i membri di una rana, o i muscoli di altro animale anche grande, i quali si trovassero convenientemente spogliati degli integumenti, o meglio presentassero a nudo i loro nervi, bastava, come si è veduto, che i due metalli applicati fossero di specie diversa. Per una rana poi molto vivace e preparata di tutto punto alla nota maniera di GALVANI bastavano anche due pezzi di metallo della medesima specie, resi soltanto per qualche o interna od esterna modificazione eterogenei. Che se adopravansi a tal uopo due metalli fra i più diversi sotto questo rapporto, e quindi più attivi, quali sono l'oro, o l'argento affrontati allo stagno, e molto meglio allo zinco, in tal caso anche una rana trucidata sibbene, ma nè sventrata, nè scorticata pure, un'anguilla similmente intiera e intatta, una sanguisuga, un lombrico, ec. quegli animali insomma, i cui muscoli e nervi inservienti al moto sono coperti da pochi integumenti, da sottil pelle irrorata abbondantemente da umore interno, e bagnata anche al di fuori, tutti questi, ove venissero applicati convenientemente a diverse parti del loro corpo i detti due metalli a foggia di armature, e vi si portasse indi la necessaria comunicazione con un arco metallico qualunque, onde compire il circolo, venivan presi da convulsioni più o meno violente. Or qual è mai il grado di *tensione elettrica*, che induce il contatto dell'oro o dell'argento collo zinco? Il nostro VOLTA ce lo ha mostrato (v. il 2.° Articolo): egli è appena di $^1/_{60}$ di grado del suo elettrometro a paglie sottilissime: e quale quella dell'istesso oro od argento collo stagno? Quasi della metà minore: sicchè può valutarsi di $^1/_{100}$ di grado. Eppure, una sì picciola *tensione*, di cui appena si può aver segno al più delicato elettrometro coll'ajuto di un buon Condensatore, è valevole a convellere muscoli, e scuotere membri intieri di animali anche grandicelli in una maniera così marcata. La cosa è invero maravigliosa, e sarebbe affatto inconcepibile, se oltre alla considerazione della somma eccitabilità delle fibre nervee e muscolari allo stimolo elettrico, non si facesse ancora riflesso, che una tal debole *tensione* sostenendosi costante, e persistendo sempre, move di continuo, e mantiene una corrente elettrica pur incessante, la quale porta nei molti successivi istanti, di cui è composto un tempo anche

Digitized by Google

brevissimo, che noi non sapremmo misurare, altrettante successive impressioni sugli organi, che tragittando attraversa, ciascuna delle quali per se sola sarebbe per l'estrema debolezza impercettibile, ma che accumulate, confuse in certo modo in una impressione sola, riescono sensibili.

Questa spiegazione, che abbiamo già data con maggiore ampiezza, e corredo di prove non meno, che di riflessioni in uno de' precedenti articoli, essendo caduto in acconcio di presentarla qui di nuovo in succinto, e parendoci di somma importanza, nè da altri prima del VOLTA, a cui la dobbiamo, essendo stata proposta e sviluppata, speriamo, che non ci si farà carico di una tal ripetizione.

§ 76. Or s'ella è tanto efficace la corrente elettrica mossa e mantenuta dalle debolissime *tensioni* di $^1/_{60}$ o di $^1/_{100}$ di grado, quali son quelle, che nascono dal contatto di un solo pezzo di argento con uno di zinco, o di stagno, ossia da un apparato *Elettro-motore* (che tale egli è veramente) *semplicissimo*; quanto più efficaci avverrà che sieno le correnti mosse pur di continuo da apparati composti di una serie ordinata di simili coppie metalliche interpolate da buoni conduttori umidi; s'egli è pur vero come si è detto, e provato diffusamente (nell'articolo 2.°) che la *tensione* elettrica è proporzionale appunto al numero di esse coppie? Lo saranno a segno, che basteranno a scuotere alcun poco un dito delle nostre mani intinto nell'acqua, 3. 4. o 5. coppie al più di zinco e argento, od anche di zinco e rame: così è una pila formata di 4. soli articoli, o gruppi, ciascuno di rame, zinco, e cartone imbevuto d'acqua salata, la *tensione* della qual pila giunge al più ad $^1/_{16}$ di grado del solito elettrometro a paglie può far sentire qualche commozione a un dito, come notato già abbiamo in più d'un luogo: quelle poi composte di 10. 20. 30. ec. simili gruppi, con che la *tensione* elettrica non arriva ancora, o appena ad $^1/_6$ $^1/_3$ $^1/_2$ di grado ec. faran sentire la commozione a membri, e corpi intieri di animali anche i più grossi, senza punto averne snudati nervi o muscoli, senza alcuna preparazione di parti; alle mani, e braccia di una o più persone; ne convelleranno i muscoli della faccia, se si facciano questi entrare nel circolo, ec.

§ 77. Giudichisi pertanto degli effetti, che potranno produrre apparati più grandi, come di 60. 80. 100. gruppi, la *tensione* dei quali Elettromotori arrivando ad 1. grado e più, è già sensibile all'elettrometro a dirittura senza l'ajuto cioè del Condensatore. Non ci maraviglieremo dunque, che le scosse allora veementi si estendano alle spalle, al petto, ed anche a tutto il corpo di una o più persone; e che assoggettandovi de' piccioli animali, es. gr. lucertole, rane, uccelletti, si giunga in breve tempo ad ucciderli. È curioso il vedere come le rane ai primi colpi, che loro si danno cogli alternati toccamenti di una assai forte pila, si dibattono, e gonfiano prodigiosamente; e ai successivi colpi, oppur sotto l'azione continuata della corrente elettrica

Digitized by Google

di essa pila, si sgonfiano, si stirano, e in pochi momenti muojono, ridotti i loro muscoli sì flosci, e inerti, che nulla più si mostrano eccitabili agli stessi stimoli elettrici più gagliardi (a differenza dei muscoli degli stessi, o di altri animali, che siano stati trucidati, o colpiti da altra morte violenta; giacchè in tal caso rimangono essi muscoli lunga pezza ancora atti a convellersi per alcuni stimoli, e massime per l'elettrico, ch'è il più efficace di tutti), e pendono ad una pronta corruzione. Lo stesso era già stato osservato avvenire ad esse rane, e ad altri animali, condotti a morte da una, o più scariche elettriche di grandi boccie di Leyden. Ciò prova, che quell'azione poderosa dell'Elettro-motore, egualmente che questa delle boccie, quand'anche non cagioni uno sfacello, od un'intiera disorganizzazione, col portare un eccitamento agl'organi dell'animaletto al di là di quello possono essi sostenere, non solamente ha tolta a lui la vita, ma esausta e consunta in sì breve tempo ogni vitalità.

Dobbiamo queste sperienze, ed osservazioni sulle rane uccise coll'azione della pila particolarmente al Professore BRUGNATELLI di Pavia, che le ha comunicate già da qualche anno al suo collega, ed amico VOLTA (*r*).

(*r*) Considerando questa azione de' grandi apparati Elettro-motori, questi strepitosi effetti sopra animali intieri e intatti, piccioli e grandi, dee pur cader molto di quel meraviglioso, che presentano a prima giunta le sperienze riportate, e descritte da ALDINI nelle sue opere, che abbiam citate fin sul principio: sperienze fatte da lui sopra buoi, ed altri grossi quadrupedi di fresco trucidati, sopra uomini decapitati per mano della giustizia, come altresì sopra alcuni morti per diverse malattie; da quali tutti ottenne coll'azione di una forte pila le più strane convulsioni, e sbattimenti strepitosi. Che dico diminuirsi la maraviglia, dee cessare del tutto, riflettendo quanto più facilmente, e più forti si eccitino tali convulsioni spasmodiche, ove i conduttori della corrente elettrica vengano applicati non alle parti esterne del corpo coperte dalla cute o asciutta, o poco umida, ma o a queste spogliate de' loro integumenti, o meglio a parti più interne alle vive carni succose, alla sostanza medesima de' nervi, alla spinal midolla, ec. conforme praticava ALDINI in cotali sperienze; riflettendo particolarmente come di questa maniera bastavano già nelle antiche sperienze galvaniche due soli metalli che fossero diversi a produrre grandiosi effetti. Adunque se questi due soli applicati al vivo delle carni, a muscoli cioè bene snudati, succosi, e stillanti, vi eccitano all'atto di compiersi a dovere il circolo (nel quale si tocchino essi metalli immediatamente) delle contrazioni più o men forti, fortissime poi, e tali da convellere, e far balzare tutto un arto, ove trovinsi tali metalli applicati, l'uno a muscoli flessori, od estensori, l'altro a rispettivi nervi messi a nudo, come fu mostrato fin dalle prime semplici sperienze di GALVANI, ripetute in molte guise da VOLTA, e da altri (§ 2. nota *a*); se dico, con una sol coppia di metalli diversi, quali adopravansi in quelle originali, sperienze, si era già ottenuto tanto, cosa non dovevamo aspettarci dai nuovi apparati Voltiani composti di molte di tali coppie metalliche, e attivi in ragione del loro numero, come vien comprovato da tante sperienze, e fino dall'elettrometro; da questi apparati, che danno scosse sì valide alle braccia, e al corpo intiero e intatto, sia dell'uomo, sia di qualsivoglia grande animale, e giungono fino ad uccidere i piccioli. Cosa non dovevamo aspettarci, allorchè si venisse ad applicare le estremità di codesti apparati cotanto attivi, o degli adat-

Digitized by Google

§ 78. Venendo ora alle impressioni portate dall'azione incessante degli apparati Elettro-motori sugli organi dei sensi, egli è ben naturale, che anche queste riescano, non altrimenti che quelle portate sugli organi del moto, che abbiam considerate fin qui, tanto più forti, quanto cotali apparati trovandosi composti d'un maggior numero di gruppi (ossia coppie metalliche ben assortite, col rispettivo strato umido fra coppia e coppia) mostransi più attivi. Così dunque le sensazioni di sapore sulla lingua, e di chiarore negli occhi, che già otteneansi con due soli metalli, i quali fossero abbastanza diversi, applicandoli ne' dovuti modi, conforme avea scoperto, ed insegnato il nostro VOLTA, riescono più vive e intese adoperando un apparato formato di 2. 3. 4. ec. di tali coppie metalliche, o gruppi; non però vengono ingrandite a proporzione, nè quanto si sarebbe potuto aspettare. Che se quest'apparato sia, per un buon numero di dette coppie, più che discretamente attivo, la sensazione di sapore sull'apice della lingua confondesi facilmente con quella di un vivo pizzicore, o dolor pungente, accompagnato da scossa alla lingua medesima.

§ 79. Per ciò che è del bruciore nelle altre parti delicate, e sensibili del corpo, esso tarda più o meno a farsi sentire, se l'apparato non contiene più di 12., 15. o 20. coppie di rame e zinco, o se, contenendone anche un mag-

---

tati conduttori da quelle procedenti alle parti fresche e vivaci di membri appena troncati, sopra i nudi muscoli e i nervi al luogo medesimo della ferita, sopra la midolla spinale, ec.? Certamente tutto quello, che ha ottenuto ALDINI in tali sue sperienze, che decanta, e a cui dà tanta importanza, non supera la giusta aspettazione, e non merita che se ne faccia un sì gran caso. Or dunque quanto ci descrive, le contorsioni spaventose degli occhi, e della bocca ne' teschj umani recisi, le convulsioni di quasi tutti i muscoli della faccia, lo sbuffar delle narici nelle teste de' buoi, e nel tronco l'inarcarsi del dorso, o del petto, il gonfiar del ventre, il pulsare de' fianchi, lo sbattere furioso di gambe, ec. sotto l'azione vigorosa de' grandi apparati Elettro-motori, offrono bensì uno spettacolo tetro insieme, e curioso, sorprendente ancora per molti, ma nulla insegnano di nuovo: molto meno provano alcuna cosa in favore o della già pretesa *elettricità animale* o del Galvanismo, nel senso, che vorrebbe dargli ALDINI, diverso da quello del nostro VOLTA; altro non essendo, che i fenomeni noti già da un pezzo, che si ottenevano col semplice metodo di GALVANI, cioè coll'applicazione di due soli metalli fra loro diversi: fenomeni ingranditi ora a norma della maggiore attività del nuovo apparato Voltiano composto di molte coppie di tali metalli, onde provano anzi tutto il contrario di quel che vorrebbe esso ALDINI, provano cioè, che da questi metalli e non dagl'organi animali viene incitato, e mosso il fluido elettrico, o galvanico che voglia dirsi: fenomeni infine, che possono imitarsi perfettamente colle scariche di grandi boccie di Leyden, o batterie caricate a eguali gradi della pila.

Il che non lascia più nulla a desiderare, per compimento delle prove e delle spiegazioni date da VOLTA, e mostra il niun bisogno di ricorrere per codesti fenomeni ad altra causa, od agente; bastando a tutto cotal elettricità manifesta della pila, ossia la corrente di fluido elettrico incitata, e mantenuta dall'azione continua di questo apparato Elettro-motore; la qual corrente invade, penetra, e stimola fortemente quelle parti interne dell'animale ancor dotate

Digitized by Google

gior numero, gli strati umidi interposti non sono abbastanza buoni conduttori, o per non essere es. gr. sufficientemente inzuppati i bullettini della pila, o per esserlo di acqua semplice non salata, e se la pelle, a cui si fa toccare un'estremità di esso apparato, è asciutta troppo. Applicando per esempio a qualsisia parte del volto un capo della pila, od un conduttore metallico procedente da esso capo, mentre con una mano umida, o meglio con ambedue, si mantiene la conveniente ampia comunicazione col capo opposto, spunta tosto, se la pelle trovisi abbastanza molle, umida di sudore, o meglio bagnata, se no, dopo alcuni secondi solamente, spunta un più o men vivo bruciore sulla parte del volto toccata, secondo che questa è la palpebra, il naso, la fronte, la guancia, o il mento; e nell'istesso tempo appare negl'occhi un chiaro fulgore, o come un cerchio luminoso, tanto più vivo, quanto la parte del volto toccata è più vicina all'occhio, e molto più ancora se sia il bulbo medesimo dell'occhio.

§ 80. Questo fulgore, o lampo è passaggiero, rinnovandosi però leggermente qualunque volta s'interrompa ad un tratto la comunicazione, ossia il circolo: il che accade per un riflusso della corrente elettrica subitaneamente arrestata per tal interruzione. All'incontro il bruciore continua, e si fa anzi più intenso e penetrante, persistendo nel contatto, finchè la corrente elettrica non venga interrotta. Che se la pila sia di 40. o più coppie di rame e

---

di molta vitalità, segnatamente i nervi e i muscoli de' moti volontarj che più a lungo la conservano, e meglio obbediscono, come sappiamo, a tale stimolo elettrico.

Torniamo a far riflettere, che in queste imponenti sperienze adoperò ALDINI per lo più pile assai potenti, composte cioè di 100. circa coppie metalliche, atte quindi a dar segni a dirittura all'elettrometro a paglie di quasi 2. gradi, a vibrar scintillette, ec. Ora con tali cariche, ossia *tensioni elettriche* di circa 2. gradi, ed anche minori, abbiam veduto quali violenti scosse possano dare, tanto una assai capace batteria, che impiega molti istanti a scaricarsi (§ 20. e seg.), quanto una pila, la cui scarica è ben più lunga ancora, cioè interminabile la corrente elettrica, ch'ella move, come lo sarebbe quella di una batteria d'infinita capacità. È dunque sufficientissima tale elettricità della pila a produrre tutti que' moti convulsivi ne' tronchi membri, e cadaveri, che ci descrive ALDINI; e che, per essere gagliardi, e spaventosi in animali sì grandi, non sono in fondo diversi da quelli, che si ottenevano già ne' piccioli, nelle rane, ec. Essi dunque (giova ripeterlo) non provano in alcun modo, e neppure lascian luogo a sospettare, che oltre all'elettricità mossa dalla pila, elettricità vera e genuina, v'intervenga un altro *agente*, che dicasi poi *galvanico*. E qual sarà altronde questo nuovo agente, a cui inutilmente si ebbe ricorso, da parecchi Fisici, e si ricorre ancora da VASSALLI e da ALDINI (v. nota *d*), e che si associa senza bisogno all'elettrico? Ve lo dicano essi medesimi, i quali ammettendo (ora finalmente, che non può più negarsi, perchè resa così manifesta) l'*elettricità* metallica nel senso di VOLTA, cioè mossa dal mutuo contatto di conduttori diversi, singolarmente metallici, sostengono aver luogo ed agire ne' fenomeni di cui si tratta, oltre questa, anche un certo *fluido* galvanico. Noi certo non sappiamo cosa più intendano, ALDINI singolarmente, per Galvanismo, se, come pare, si diparte il medesimo anche dalle prime idee di GALVANI, e sue, di un'*elettricità animale* (§ 7. e nota ivi), e forse non lo sa bene egli stesso.

Digitized by Google

zinco, e nel miglior ordine per ben agire, il bruciore simile a morsicatura si fa sentire all'istante ancor che sia asciutta la pelle del volto toccata; ed alla prima è già così rabbioso, che la durata ne diviene insopportabile. Compajono anche, continuando o ripetendo più volte la prova, in breve tempo delle macchie rosse più o meno larghe sulla pelle così irritata, e fino de' bottoncini, in modo che si ha presso a poco l'effetto di un rubefacente. Finalmente se la parte, non che aver la pelle molle, o bagnata, ne sia spoglia, sicchè appaja a nudo la carne viva, se sia tocca da ferita, o piaga, se vi si trovi qualunque più picciola lacerazione, allora siccome una coppia sola di metalli ben assortiti, ed applicati convenientemente basta già ad eccitarvi un bruciore più o men vivo, e pungente (§ 2.), così poi non è meraviglia, che un apparato composto di più coppie vi cagioni dolori acutissimi, ed uno spasimo insoffribile.

§ 81. È cosa in vero curiosa, che il bruciore cagionato dall'estremità della pila, che manifesta l'*elettricità negativa*, cioè che tira a sè il fluido elettrico, sia molto più forte, e penetrante di quello che cagiona l'estremità dotata dell'*elettricità positiva*, ossia che caccia avanti esso fluido; laddove per le sensazioni di sapore è tutt'al contrario, riuscendo assai più vivo, e intenso il *sapor acido dell'elettricità positiva*, che l'*alcalino della negativa*. Cotal differenza nel bruciore, ossia dolor piccante prodotto dall'una, o dall'altra estremità della pila, va oltre al doppio, e al triplo, sebbene la *tensione elettrica* sia di egual forza, giudice l'elettrometro, ed eguale quindi la velocità della corrente, che sorte dall'un capo, ed entra nell'altro. Del resto anche nelle altre sperienze di elettricità colle ordinarie macchine, boccie di Leyden, ec. si prova, che le scintille sono più piccanti e dolorose alle parti del nostro corpo, ove ne sortano, che ove vi entrino. E qual ne è mai la cagione? Questa tiene a qualche legge dell'economia animale, che non conosciamo, onde ci è impossibile di dare una spiegazione adeguata del fenomeno, di cui si tratta; e le congetture, che potremmo formare, son troppo vaghe, e incerte.

§ 82. È pur difficile a spiegarsi quest'altro fenomeno dell'elettricità applicata alla macchina animale che abbiam già avuto occasione di accennare, cioè che la commozione prodotta ne' membri, che fanno tutto, o parte dell'arco conduttore dall'una all'altra estremità dell'apparato Elettromotore, sia istantanea, e passaggiera, malgrado che continuando la stessa comunicazione, ossia mantenendosi compito il circolo, continui pure la corrente elettrica coll'istesso tenore. E come dunque convellonsi tanto fortemente le fibre irritabili de' muscoli massime volontarj alla prima invasione di tal corrente, e nulla in seguito, continuando pur ad esserne percorse? Come, e perchè, dopo la prima contrazione si rilasciano que' muscoli, nè più si contraggono sotto l'istesso potente stimolo elettrico, che non cessa d'investirli? I nervi sensibili del gusto, e del tatto rispondono alla continuazione della cor-

Digitized by Google

rente elettrica colle rispettive sensazioni di sapore, e di dolore, continuate, ed anzi crescenti, come abbiam veduto. Perchè, torniamolo a domandare, le commozioni, o contrazioni de' muscoli del moto, sottoposti alla medesima corrente elettrica continua, nè durano, nè si rinnovano frequenti a guisa di tetano, ed è mestieri per farle ricomparire, che s'interrompa ciascuna volta, e si chiuda di nuovo il circolo conduttore? Non si risentono dunque in alcun modo tali organi, ossia muscoli del moto, per la continuazione della corrente elettrica, anche la più copiosa e rapida? Non si può dir questo: giacchè sebbene non compajano, dopo la prima, altre commozioni marcate, si eccita però, quando l'apparato Elettro-motore è de' più attivi, un certo fremito, o costrizione ne' membri sottoposti alla sua azione, che dura senza rilascio, e cessa soltanto col rompere il circolo, ed arrestare la corrente elettrica. Anzi da tale eccitamento continuo soffrono non che i nervi muscolari de' moti volontarj, ma tutti gli organi vitali a segno, che se sia quello forte abbastanza, venendo da una bona pila di 100. o più gruppi, le rane ed altri piccioli animali non possono sostenerlo, e rimangono in pochi momenti privi di vita non solo, ma spogliati ben anche d'ogni resto di vitalità, come abbiam poco sopra veduto (§ 77.).

§ 83. Ma anche la corrente men rapida di un apparato composto di poche coppie metalliche non lascia di alterare alla lunga insignemente, ed in un modo singolare quelle stesse parti, che dopo la prima commozione parea che nulla più soffrissero. Valga per molti un solo esempio, che ci fornisce il tante volte lodato nostro VOLTA. Pone egli le gambe di una rana tagliata per mezzo il corpo a cavalcione di due bicchieri pieni di acqua, e gli introduce nel circolo di uno de' suoi apparati a corona di tazze, in numero di 20. o 30. Al chiudersi di questo circolo, tosto quelle gambe balzano con grand' impeto a segno di slanciarsi quasi intieramente fuor de' bicchieri, dopo il qual primo salto non ne danno più, nè manifestano alcuna commozione violenta se non vengasi come che sia ad aprire e chiudere di nuovo il circolo. Rimanendo dunque quiete nella lor acqua, pare che nulla soffrano dalla corrente elettrica, che pur continua ad attraversarle. Ma se in tal posizione rimangono una mezz'ora circa, succede, che non si convellano più, più non vibrino salto, come già faceano al rompersi e chiudersi alternativamente il circolo. Han dunque perso in sì breve tempo l'eccitabilità, di cui godevano, ed è la corrente elettrica continuata, che loro l'ha fatta perdere: ma ciò che reca maraviglia si è, che l'hanno persa soltanto relativamente ad essa corrente, che le attraversi nella stessa direzione, giacchè se questa invertasi rivoltando i bicchieri, o le gambe della rana, in guisa, che quella che pescava nel bicchiere a destra, or peschi nel bicchiere a sinistra, onde vengano ora percorse dalla corrente elettrica in senso contrario, ecco che alla prova manifestano di nuovo le più forti convulsioni, e balzano presso a poco come

Digitized by Google

al principio. Soffrano ad esso in questa nuova posizione la corrente elettrica continua per altra mezz'ora circa, saran rese quelle gambe inabili ad esser più eccitate per tal direzione di essa corrente, ma avranno invece riacquistata l'eccitabilità nel senso opposto. Un tale processo, che induce una specie di paralisia in que' membri, e ne toglie un'altra in certo modo contraria, prodotta precedentemente ne' medesimi, un tal giuoco può ripetersi alternativamente un gran numero di volte per ore, ed ore, finchè venga estinta per tutti i versi ogni eccitabilità coll'intiera disorganizzazione o corruzione avanzata di tali membri. Quanti lumi da questo, e da altri molti fenomeni, una parte solamente de' quali abbiamo fin qui indicato, per la Fisiologia, Patologia, ec....!

§ 84. Abbiamo poco sopra (§ 79.) accennato che applicando ad una qualsivoglia parte del volto immediatamente, o mediante qualche adatto conduttor metallico, un capo della pila (lo stesso intendasi dell'apparato a corona di tazze) in tempo che l'altro capo comunica a dovere con una, od ambe le mani umide, si eccita in un colla sensazione di dolore più o men piccante, anche quella di un lampo, o fulgore passaggiero, più debole sì in ragione che la parte toccata è più lontana dall'occhio, ma pur sensibile in qualunque punto della faccia succeda il toccamento. Aggiungeremo qui, che fatto questo anche sotto il mento, e fino ad alcune parti della gola, e del collo, non lascia di far comparire qualche barlume. Che se tocchisi la lingua, od altra parte interna della bocca, o meglio un pezzo di metallo tenuto fralle labbra, fra denti, o contro le gengive e la mascella, il fulgore si eccita così vivo, che poco più sarebbe se si toccassero le parti vicinissime all'occhio, o il bulbo medesimo. Il che non recherà gran meraviglia, se si rifletta alla miglior comunicazione di esse parti interne della bocca con quelle dell'organo visivo, e de' suoi nervi, che non delle esterne anche più vicine, e che di questa maniera si ottenea già il lampo senza il nuovo apparato composto, col semplicissimo cioè di una sola coppia di argento e zinco, applicando l'uno e l'altro metallo a dette parti interne della bocca, e adducendoli poi al contatto fra loro.

§ 85. Al qual proposito faremo col nostro VOLTA osservare, che anche una capacissima batteria caricata al segno medesimo dell'Elettro-motore, sia da un contatto di questo stesso, sia da alcuni giri di una macchina elettrica ordinaria, o da un certo numero di scintille di un elettroforo, caricata per esempio a 1. grado circa dell'elettrometro a paglie sottili, fa provare scaricandola, non che sopra il bulbo dell'occhio, le palpebre, le tempia, o altra parte vicina all'occhio medesimo, ma sopra la lingua, la punta del naso, ec., oltre il pizzicore al luogo toccato, un qualche sentore di luce, o baleno; le quali sensazioni se sono più deboli, egli è perchè la scarica della batteria non dura quel tempo, che si richiederebbe per ottenerle forti come dagli Elettromotori, che scaricansi e ricaricansi incessantemente, intorno a che abbiam ragionato lungamente negli articoli precedenti.

Digitized by Google

Ed ecco come anche questo fenomeno del lampo, che alcuni han creduto proprio soltanto delle pile, e preteso trarne argomento contro l'identità dell'agente galvanico ed elettrico, si ottiene per egual modo dalle boccie di Leyden, o batterie, colla sola differenza indicata, dipendente dalla diversa durata della corrente elettrica.

§ 86. A spiegare ora come si propaghi l'azione dalle parti del volto assai lontane dall'occhio, e fino dal collo all'organo visivo, non è già necessario supporre, che delle ramificazioni del nervo ottico arrivino a quelle parti, e vi conservino la facoltà di essere eccitate al modo proprio e speciale di tal organo, con sensazioni cioè di luce. Indipendentemente da tali supposizioni, che si avrebbe difficoltà ad ammettere, una più chiara spiegazione, e affatto soddisfacente ce la dà il VOLTA fondata sopra quanto abbiamo già dietro lui mostrato ampiamente in tutto il precedente articolo 5.°: cioè che la corrente di fluido elettrico, che sgorga da un capo della pila, e rientra pel capo opposto, attraversando i corpi, che ne formano l'arco conduttore, ossia che compiono il circolo, essendo copiosissima, vale a dire tramandandosene di tal fluido per ogni tempo brevissimo una quantità assai grande, come si è mostrato con tante prove, e copiosa pure essendo quella di una capace batteria carica anche debolmente; qualora tali correnti vengono costrette a tragittare per conduttori imperfetti, quali sono tutti quelli di seconda classe, epperò anche le parti umide del nostro corpo, insofferenti, diciam così, esse correnti di un sentiero troppo ristretto, amano di allargarsi, e di scorrere per ampie strade, deviando anche per seguirle dal più corto cammino. Si è veduto ivi come il torrente elettrico affacciandosi in grossa piena a pochi punti di un conduttore umido, e penetrandolo per passar oltre, si divide tosto, se vi è campo, in tanti rami, quanti gliene abbisognano per incontrare nel totale una minor resistenza al suo corso, per avere un più facile sfogo. Or dunque a qualunque parte del volto si applichi il polo, o capo della pila, che tende in ogni istante a scaricare, o l'altro, che tira a sè quella grandissima copia di fluido elettrico, che abbiam detto, una tal corrente, o grossa piena si allargherà, abbenchè tenda direttamente da quel punto del volto al braccio, o alla mano, che comunica col capo o polo opposto, o inversamente tenda da questo a quello; si allargherà, dico, tal corrente a tutta la testa, ne investirà tutte, o quasi tutte, le parti, almeno le più conduttrici, fralle quali incontrando il nervo ottico, e la retina medesima, vi cagionerà colla sua azione stimolante la sensazione di luce: e ciò ancorchè picciolissima sia la quantità di esso fluido elettrico, che venga a toccare detto nervo, o retina, dotati, come sappiamo, di una prodigiosa sensibilità.

Fra queste parti più conduttrici, e interne della testa investite dalla corrente elettrica, che entra per qualsisia parte del volto, o della gola, trovandosi anche la lingua, avviene, che i suoi nervi pure ne siano affetti, e

Digitized by Google

quindi in quelli più delicati del gusto, che concorrono al di lei apice, si ecciti, ove tal corrente sia abbastanza forte, qualche sensazione di sapore acido, od alcalino, giusta la direzione di essa corrente, ma più facilmente del primo.

§ 87. Intorno alle quali sensazioni del gusto eccitate colla congrua applicazione di metalli diversi (ossia di motori che VOLTA chiama di prima classe, e fra i quali annovera pur anche i carboni la piombaggine, molte piriti, alcuni schisti, il manganese nero, come indicato abbiamo fin dai primi articoli) gioverà far qui rimarcare più particolarmente cotal insigne differenza fra il sapore, che prova la punta della lingua, ove la corrente elettrica entri per essa, e quello che sente ove al contrario ne esca, il primo essendo decisamente acido, il secondo piuttosto amaro, acre, urente sul far degl'alcali, insomma se non vero e pretto alcalino, tirante molto all'alcalino, giusta le scoperte fatte dallo stesso VOLTA fin dalle sue prime sperienze galvaniche nel 1792. e 1793. (*s*). Quest'ultimo sapore però, sebben più disgustoso quando arriva a farsi sentire, non si prova così facilmente come il sapor acido, il quale è già abbastanza marcato, ove applichinsi alla lingua due

(*s*) Il celebre Letterato Svizzero, Accademico di Berlino, ec. SULZER, Autore di un eccellente Dizionario filosofico delle Belle Lettere, e Belle Arti scritto in Tedesco, e di altre opere di Morale e di Metafisica scritte per la più parte in Francese riporta in una di queste pubblicata nel 1767, che ha per titolo *Théorie des sensations agrèables*, una sperienza, dalla quale si rileva, ch'era già noto assai prima delle scoperte di VOLTA, che l'applicazione alla lingua di due metalli di diversa specie, come argento e piombo, insiem congiunti, vi eccita la sensazione di un certo sapore, che nessuno di essi separatamente fa provare; sapore, che esso SULZER paragona a quello del solfato di ferro: il qual fenomeno cercando egli di spiegare, opina, che il mutuo contatto dei due metalli diversi induce nell'uno o nell'altro, od in ciascuno una vibrazione delle loro particelle, la quale agisca sopra i nervi, in guisa di produrvi la sensazione di cui si tratta. Una tale spiegazione, chi non vede quanto sia ipotetica, vaga, insussistente? A noi sembra, che senta essa un certo qual gusto di Fisica Cartesiana. Che che ne sia, fatto è, che le prime sperienze di questo genere sono anteriori di molto a quelle del nostro Professore di Pavia. Siccome però esse furono poco conosciute, anzi non si ebbe notizia, che di quella riportata dal sullodato Accademico di Berlino, alla quale non si fece quasi da nessuno attenzione, rimanendo in certo modo isolata, male spiegata dall'Autore, e senza ulteriori ricerche ed applicazioni, siccome ignoravasi intieramente tanto da GALVANI, e suoi seguaci, quanto da VOLTA; e quest'ultimo, guidato unicamente dalle sue proprie ricerche intorno al Galvanismo pervenne a scoprire da se, non solo un tal potere dei metalli di diversa specie di eccitare sulla punta della lingua una sensazione di sapore, ma eccitarvelo diverso, cioè od acido, o tirante all'alcalino, secondochè dei due, es. gr. stagno e argento, quello o questo trovasi rivolto contro essa punta; assegnò per vera causa di tali sensazioni (dal che era andato cotanto lontano SULZER) il fluido elettrico, stimolante efficacissimo, messo in corrente o contro l'apice della lingua, o al rovescio; e ne fece le più felici applicazioni ad altri fenomeni, fra i quali le sensazioni di luce eccitate dalla medesima causa, e per eguali artifizj nell'organo visivo interno, di bruciore nelle parti più delicate e sensibili del corpo, nelle ferite, ec. per tutti questi titoli, e ragioni non dubitiamo di attribuire ad esso VOLTA l'intiero merito di tali scoperte.

Digitized by Google

metalli poco diversi fra loro in ordine alla facoltà elettro-motrice, come argento e ferro, ferro e stagno, ec. in guisa che portati a mutuo contatto, quello che si elettrizza *positivamente*, cioè *in più* si rivolga contro l'apice di essa lingua, e vi spinga dentro il fluido elettrico: ove invece si applichino al rovescio, sicchè tale debolissima corrente elettrica sorta dall'apice della lingua, il sapore alcalino riesce o insensibile affatto, o mal distinto. Quindi son nati i dubbj dei Galvanisti su tal diversità dei sapori, scoperta e sostenuta da VOLTA, e che presso di lui era molto significante, come tosto vedremo: diversità, che tutti dovettero finalmente riconoscere, anche quelli che ripugnanti alle conseguenze, che il grande Fisico ne deduceva, dissentivano dalla sua teoria dell'*elettricità metallica* nel senso da lui inteso, e tante volte spiegato.

Ma se i due metalli, o motori di prima classe scelti per tali sperienze siano de' più diversi, ossia de' più attivi nel mutuo contatto, es. gr. argento e stagno, o meglio assai argento e zinco, o meglio ancora zinco e certi carboni, zinco e piombaggine, e sopra tutti zinco e magnese nero cristallizzato, anche il sapor alcalino sulla punta della lingua contro cui trovisi rivolto quello dei due, che si elettrizza *negativamente*, ossia *in meno*, sarà più che sensibile, e marcatissimo: il sapor acido poi nell'opposta maniera così vivo, da riuscir quasi insopportabile.

Che se tanto fa una coppia sola di metalli ben assortiti, e ben applicati alla lingua, quanto non faranno più coppie congegnate in una pila, in un apparato a corona di tazze, od altro Elettromotore composto? Per nulla dire del sapor acido, intensissimo e intollerabile riuscirà anche il sapor alcalino. Non avviene però che cresca nè l'uno nè l'altro in proporzione del numero di tali coppie metalliche, non diventando già del doppio, del triplo, del quadruplo più forte, per 2. 3. 4. gruppi, di cui sia composta una pila, e giungendo per avventura al sommo per una di 8. o 10., oltre il qual numero riuscendo troppo potente l'Elettro-motore, la sensazione di sapore confondesi facilmente con quella di dolore acuto, e lacerante, come già si è detto (§ 78.).

§ 88. Le più facili e semplici maniere di eccitare le indicate sensazioni di sapore, sono di applicare immediatamente alla punta della lingua uno dei due capi metallici dell'Elettro-motore, sia semplice, sia composto, mentre l'altro capo tiensi applicato con abbastanza larga superficie al dorso di essa lingua, o ad altra parte interna della bocca, od anche ad una mano ben umettata. In quest'ultima maniera si sente, a dir vero, men vivo il sapore, che nella seconda, ma non di molto; e in quella seconda ancora meno che nella prima, ma di pochissimo. Notabilmente men vivo, ma pur ancora sensibile, e ben distinto riesce (massime se ad eccitarlo s'impieghi, non una coppia sola di metalli, ma una pila di un discreto numero di coppie), ove la punta

Digitized by Google

della lingua non tocchi immediatamente questo o quel capo dell'apparato metallico, ma vi comunichi per mezzo di un più o men lungo conduttore umido, o di parecchi, es. gr. coll'interposizione di una massa d'acqua contenuta in un catino, di una grossa fune, o larga lista di cartone imbevutane a dovere, di una persona, ec.: come ne ha mostrato il nostro VOLTA fin da quando nella continuazione delle sue prime memorie sul Galvanismo pubblicò una serie di tali sperienze nel 1793., ed anni seguenti.

§ 89. Dal che manifestamente si deduce, che gl'indicati due sapori non sono già portati alla lingua da quel poco d'acido, e da quel poco d'alcali, che (come vedremo in un articolo seguente) si svolgono realmente per la virtù ed azione dell'Elettro-motore, il primo ne' punti di contatto dell'acqua con quel metallo, che acquista mercè di tal azione l'*elettricità positiva*, e versa quindi il fluido elettrico, di cui va continuamente carico, nell'acqua medesima, il secondo ne' punti di contatto pure dell'umor acqueo coll'altro metallo, che *elettrizzato negativamente* tira a sè quel fluido elettrico, di cui continuamente abbisogna per ristorarsi: tali sensazioni, io dico, di sapore, che prova la lingua, non provengono da quelle molecole qui di alcali, là di acido, veri e reali, come alcuni han pensato, e a prima giunta può sembrar verisimile: ma bensì vi vengono eccitati immediatamente dall'istesso fluido elettrico, che messo in corrente entra per la punta della lingua, e passa addentro, od all'opposto ne sorte. Come mai infatti potrebbero quelle piccolissime dosi di acido svolto in un luogo, e di alcali in un altro giungere fino alla lingua attraverso tutta l'acqua di un gran catino, pel lungo tratto di un cartone, o di una corda bagnata, attraverso una, e più persone, od altri conduttori umidi interposti? Eppure con tutti questi frammezzi, purchè il circolo sia compito, onde abbia luogo la corrente elettrica continua, non lascia essa lingua di venir affetta delle indicate sensazioni di un tal quale sapor alcalino, o di un sapor acido più marcato, secondo la direzione di detta corrente (§ prec.). Più: se l'acqua del catino, o del cartone inzuppato, ec. siasi a bella posta alcalizzata, leggermente sì, tanto però, che se ne senta il sapore, avverrà, che tenendovi intinto l'apice della lingua, quel poco di sapor alcalino, che vi prova, resti eliso, e subentri il sapor acido più o meno sentito, tostochè si faccia comunicare convenientemente ad essa acqua alcalizzata il *polo positivo* di una pila di discreta forza, mentre la persona comunica colle mani ben umettate col *polo negativo*. Or qui tutto l'umore ne' punti di contatto colla lingua, e nell'intiera sua massa rimane ancora alcalizzato, non venendo tosto neutralizzato, e non bastando di gran lunga l'acido a saturare quell'alcali: nondimeno si prova dalla lingua una sensazione prevalente di sapor acido. Questa impressione dunque viene non da acido vero, e materiale, che si applichi alle sue papille nervee, e le vellichi; ma dalla stessa corrente di fluido elettrico, il quale ha la singolare proprietà di ecci-

Digitized by Google

tare nei nervi del gusto, quando è diretto contro dette loro papille, ossia quando entra per l'apice della lingua, e si avanza verso la di lei base, tal sensazione, che è, od emula quella di sapor acido; e quando ha la direzione opposta, cioè dalla base all'apice della lingua, e sorte da questo, tal altra sensazione che assomiglia al sapor alcalino.

§ 90. Così ragionava, e conchiudeva colla scorta di decisive sperienze il nostro VOLTA, fin dai primi anni che era comparso il così detto Galvanismo, rivolgendosi per maggiore conferma a far prove analoghe coll'elettricità comune delle ordinarie macchine. Riuscì dunque ad avere le sensazioni di sapor acido dal conduttore positivo, ossia elettrizzato *in più* di una buona macchina elettrica, e di sapore avente dell'alcalino dal conduttore negativo, ossia elettrizzato *in meno*, le prime abbastanza decise e marcate, le seconde non tanto, col tener applicata la punta della lingua a quel conduttore, e a questo, mentre faceasi giuocar continuatamente essa macchina, onde si mantenesse la corrente elettrica. Questa corrente continuata è per tal conto simile a quella di un Elettro-motore, ma non è già eguale, e la cede di molto per conto della quantità di fluido, che fa passare in dati istanti. Abbiam veduto infatti ne' precedenti articoli, che in un minuto terzo, e fors'anche in meno, una pila di 60. gruppi versa tanto fluido elettrico da caricare a circa 1. grado dell'elettrometro a paglie (tale essendo la sua propria *tensione*) una batteria di 20. 30. 40. piedi quadrati di armatura; e che quindi in 8. o 10. terzi minuti porterebbe egualmente 1. grado di carica ad altra batteria di 200. piedi quadrati, e più: ciò, che una delle migliori macchine elettriche non giugne a fare in uno, o due minuti secondi. Per questa minore copia adunque di fluido elettrico, che mettono in corso, e fan passare le macchine elettriche anche più potenti a ciascun momento in paragone di quella, che promovono le pile, men viva è la sensazione di sapore, che eccitano sulla lingua i conduttori di tali macchine, ancorchè applicati essendo a pochi punti del di lei apice, ed essa corrente eserciti sopra questi in tal forzato angusto passaggio tutta la sua energìa: come pure è nullo, o assai meno sensibile il dolore, che possono con tale corrente, tuttochè continuata, far nascere in qualunque parte più delicata del corpo, in una piaga, o ferita, investita pure in pochi punti, a paragone di quello, che vi eccitano le correnti perenni, e ben più copiose indotte dagli Elettromotori.

§ 91. Così è: debolissime riescono, e quasi nulle le sensazioni tanto di sapore, quanto di dolore, per la corrente di fluido elettrico, che passa dal conduttore della macchina elettrizzato *in più* alla lingua, o ad altre parti sensibilissime poste al di lui contatto, e progredisce quindi discendendo per la persona al suolo (o tutt'all'opposto, come ben si comprende, se il conduttore venga elettrizzato *in meno*): debolissime, e quasi nulle tali sensazioni, massime se la macchina sia poco attiva, e nulle poi affatto e le scosse e le

Digitized by Google

convulsioni, a motivo che non è rapida essa corrente, ed abbondante a segno, che ad ogni istante brevissimo, come di un minuto terzo, o quarto, passi una quantità notabile di fluido elettrico bastante a stimolare, ed incitare vivamente neppur le fibre più delicate, come è più che bastante quella copiosissima, che scorre di continuo, incitata dagli Elettro-motori, conforme si è mostrato in tante maniere, e ripetuto più volte, e giova pur ricordare di nuovo. Per ciò anche comunicando nell'indicata guisa il conduttore della macchina colla persona, e questa col suolo, non rimane in quello alcuna *tensione*, che possa marcarsi dall'elettrometro neppure coll'ajuto del Condensatore, a meno che essendo il pavimento molto asciutto trovisi esso conduttore in qualche modo *isolato*: non vi rimane, dico, alcuna *tensione* elettrica sensibile, avendo la corrente un sufficiente sfogo; il quale sfogo sufficiente non ha un buon Elettro-motore colla stessa, e ben anche con più ampie comunicazioni, come pure abbiam fatto vedere, e toccar con mano (particolarmente nell'articolo precedente), onde ritiene, malgrado di esse, buona parte della sua *tensione*.

Che se restando il conduttore isolato a dovere vi si accumuli per alcuni momenti l'elettricità, e sorga quindi ad una *tensione*, che mova a dirittura non che l'elettrometro a paglie, ma il quadrante-elettrometro, e lo innalzi ad alcuni gradi, che possa vibrar scintille, ec., e molto più se a gradi così sensibili si carichino col tempo che vi vuole, una boccia di Leyden, od una batteria; allora sì, che provocandosi tali scintille e scariche ad un tratto sopra parti nude, e delicate del corpo, si avranno e dolor pungente, contrazioni muscolari, e scosse (come sanno tutti quelli, a cui son note le comuni sperienze elettriche), ed anche la sensazion di sapore sull'apice della lingua, che pochi conoscono, e che facilmente verrà confusa col piccante del dolore: si avranno tutti questi effetti come dalla pila, ed anche più forti, e violenti; perciocchè, scaricandosi tanta elettricità accumulata tutt'ad un tratto, o a dir più giusto in un tempo brevissimo, minore cioè di un minuto terzo, e fors'anche di un minuto quarto, o quinto, eguaglia essa, e supera per fino la corrente, ossia copia di fluido elettrico, che in eguale spazio di tempo manda qualunque buon Elettro-motore; e altronde animata quella da tal forte *tensione*, urta e percuote più vivamente le fibre, a cui, o da cui si slancia, secondo che essa elettricità è *di eccesso*, o *di difetto*. I grandi, e strepitosi effetti adunque delle macchine elettriche dipendono dal potere, che queste hanno di accumulare successivamente l'elettricità ne' conduttori isolati, nelle boccie di Leyden, ec. fino a portarla ad alti gradi di *tensione*, e dello scaricarsi poi tale elettricità tutt'ad un tratto, ossia in tempo inconcepibilmente breve (*t*). Ma qua-

(*t*) A tale accumulazione di elettricità ne' conduttori delle macchine elettriche fino ad alto grado sono dovuti anche gli altri fenomeni brillanti, e curiosi delle vivide e sonore scintille,

Digitized by Google

lora i conduttori non trovinsi isolati, e vadano quindi scaricandosi nel tempo stesso che si caricano, non vi sorge *tensione* elettrica sensibile come abbiam detto, e la corrente, che passa per essi, è, ripetiamolo pure, meno copiosa e meno incalzante, ossia vi trascorre in dato tempo eguale molto minor quantità di fluido elettrico, di quello succeda per l'azione degli Elettro-motori: come VOLTA ha sì bene dimostrato, e dietro lui ci siamo noi pure studiati di mettere in chiaro nel presente scritto, particolarmente all'articolo 3.° (*u*).

---

che ne scoccano, de' luminosi fiochi, o stellette, che compajono sulle punte, accompagnati da sibilo, e venticello, delle attrazioni e ripulsioni a grandi distanze, ec. fenomeni, che non han luogo colle pile, od Elettromotori di qualsivoglia costruzione, e grandezza, fuorchè giungessero a più migliaja di coppie metalliche, onde la tensione vi salisse pure ad alti gradi del quadrante elettrometro. Ma colle debolissime tensioni di 1. fino 4. gradi dell'elettrometro a paglie sottili, che aver possono pile di 60, fino a 240. gruppi circa (e ben rare volte se ne costruiscono di un numero maggiore), cosa mai si può ottenere di tai fenomeni? Appena qualche scintilla, portandovi al contatto, od a minima distanza, che non ecceda $^1/_{200}$, $^1/_{100}$, o al più $^1/_{50}$ di linea, un conduttore metallico: appena alcune attrazioni o ripulsioni di corpi leggeri, a ben picciola distanza anch'esse, o un cenno soltanto di tali moti. La scarica poi, o comunicazione dell'elettricità ad un conduttore, non potrà farsi neppur essa che a picciolissima distanza, nè potrà questo venir caricato, per quanto duri tal comunicazione, che agli stessi debolissimi gradi, come ben s'intende. Quindi non avran luogo nè lunghe scintille nè fiocchi luminosi, o stellette, nè venticello, ec.

Riguardo dunque a questi fenomeni prodotti da *elettricità accumulata durante un tempo sensibile* in conduttori isolati, o in recipienti di limitata capacità, e che scaricasi indi a distanze più o men grandi, e con più o meno di scoppio, sono incomparabilmente inferiori gli Elettro-motori Voltiani alle comuni macchine elettriche, ma sono in vece di lunga mano superiori a queste (come si è mostrato) riguardo agli effetti prodotti in ogni istante dall'*elettricità*, che fanno essi Elettro-motori *fluire di continuo* ove le si dia colle opportune comunicazioni libertà e spazio.

(*u*) Che la corrente incitata da un Elettro-motore anche picciolo, ma però ben costrutto, porti in ogni momento assegnabile assai maggiore quantità di fluido elettrico, che quella proveniente dall'azione di una grande e vigorosa macchina a cilindro, o a disco di cristallo, può sembrare incredibile, ma è cosa di fatto, e non può più dubitarsene dopo che si è veduto (art. cit.) come basti il più breve contatto possibile, quello es. gr. di un minuto terzo, e minore ancora, a fare che l'Elettro-motore induca una carica eguale alla sua propria *tensione* (di 1. grado cioè dell'elettrometro a paglie, più o meno, se sia esso Elettromotore composto di 60. coppie circa di rame e zinco, ed a proporzione, se di un maggiore o minor numero) in una capacissima batteria, come han provato le sperienze, prima di VOLTA, poi di Van MARUM e PFAFF, di RITTER, e di altri: al che non giunge per avventura qualsiasi macchina elettrica potente in un minuto secondo, nel quale facciasi fare anche un giro intiero al suo cilindro, o disco. È cosa dico di fatto, e ciò basta. Ma per togliere qualunque difficoltà si potesse avere a concepir ciò in vista dell'alto grado di forze, che dispiega la macchina elettrica, ed a cui porta in tempo pur anco breve il suo conduttore, facciamoci a ragguagliare in un modo più particolare, e con qualche esempio, tale forza elettrica con tal tempo richiesto, e con quello, che ad indurre la sua debolissima *tensione* impiega l'Elettro-motore.

Fia dunque l'elettricità, che acquistano i punti stropicciati del cilindro, o disco di cri-

Digitized by Google

Ecco dunque perchè se la lingua, od altra parte del nostro corpo tocchi il conduttore della macchina, con che gli vien tolto l'isolamento, la corrente elettrica, comunque continui il giuoco di essa macchina non è capace di eccitare, che debolissime sensazioni di sapore, e di dolore, molto più deboli cioè di quelle che eccitar possono gli Elettro-motori anche piccioli, e nulla punto di scosse, o di convulsioni. Ad ogni modo è pur vero, che si eccitano in qualche grado tali sensazioni, se la macchina agisca molto bene: il che basta al nostro intento.

---

stallo, assai vibrante e forte, arrivando p. es. a 100. gradi del quadrante elettrometro: al conduttore isolato faranno parte di tal loro elettricità infin a tanto, che sia giunta anche in esso agli stessi gradi, o poco meno: a ciò, s'egli è grande, e capace, richiederassi un giro intiero della macchina, o più, e se grandissimo, o se comunichi ad una ben più capace boccia di Leyden o ad una capacissima batteria, molti, e molti giri vi vorranno della macchina. Quanto potrà mai dare di fluido elettrico ciascuno di tai punti, su cui trovasi, è vero, fortemente condensato esso fluido, ma che mancando di estensione, e di profondità, non ha che minima capacità, allorchè potrà versarne nel conduttore, cui venga a presentarsi, ovvero in una boccia, o batteria? Ben poco al certo, e poco ancora tutti quei punti della zona stropicciata, che si presenteranno al medesimo conduttore in un giro intiero del cilindro, o disco: per fornirne in quantità bisogna che si replichino lo strofinamento, ed i giri, e quindi vi va del tempo considerabile. Supponiamo, che compiasi ogni giro in un minuto secondo, e che vi vogliano 4. giri, epperò 4. secondi a portare in un conduttore assai grande, di 10. piedi per esempio di lunghezza, l'elettricità verso i detti 100. gradi: gl'istessi 4. giri giungeranno appena a caricare una boccia di Leyden di un piede quadrato di armatura, la quale sarà per lo meno 100. volte più capace di tal conduttore, ad 1. grado scarso dello stesso quadrante-elettrometro, che ne vale 16. del più sensibile a paglie, ed una batteria di 16. piedi quadrati ad 1. solo di tali miserabili gradi, una di 64. piedi ad ¼ di gr., ec. Tanto dunque, e non più in 4. minuti secondi con tutta la *tensione* e forza elettrica, che abbiam supposto dispiegarsi dalla macchina elettrica, la quale debbe ben essere potente per arrivarvi.

Prendiamo ora un Elettromotore, che dispieghi la *tensione* di ¼ di grado di quest'elettrometro a paglie (quale sarà, se sia composto di 15 o 16. coppie di rame e zinco) che potrà egli mai fare? Pochissimo in un senso, ma molto in un altro: non potrà, è vero portar la carica nè a tali batterie, nè ad una boccia sola, nè ad un semplice conduttore oltre ¼ di grado, non avendo egli maggior *tensione* di questa, ma per darla tale anche alla batteria di 64. piedi quadrati di armatura, non avrà bisogno nè di 4. minuti secondi, nè di 1. nè di ½, e gli basterà, se sia ben costrutto, coi bullettini ben inzuppati di umor salino, un sol minuto terzo, o meno: il qual tempo comunque brevissimo, essendo pur composto di successivi istanti quanti immaginar si vogliono, può concepirsi pure, che scaricandosi, e ricaricandosi l'Elettromotore un gran numero di volte all'indicata sua *tensione*, promova tal incessante celere corrente, che prima ancora che sia spirato detto minuto terzo, porti a quella capacissima batteria una carica poco o nulla inferiore ad essa *tensione*.

Ma, dirà forse taluno, è pur continua anche l'azione della macchina elettrica, che seguita a rotarsi? Come dunque con un'elettricità cotanto intensa del vetro stropicciato, che giunge, come abbiamo supposto, a 100. gradi del quadrante elettrometro, e supera quindi più di 6. mila volte la *tensione* di ¼ di grado dell'elettrometro a paglie, che ha quell'Elettromotore, abbisogna tuttavia tale potente macchina di molto maggior tempo che questo, per

Digitized by Google

§ 92. Un'altra maniera migliore per sentir il sapore cagionato dalla corrente elettrica mossa, e mantenuta dal giuoco continuato dalla macchina quella si è di ricevere sull'apice della lingua il fiocco spiccante da qualche punta del conduttore elettrizzato positivamente, ossia *in più*, non accostandovi però troppo essa lingua, acciò non venga colpita da scintilla (al quale fine è bene, che detta punta del conduttore non sia metallica, ma di legno o d'altro imperfetto deferente): provasi con ciò, oltre al vellicamento cagionato dal così detto venticello, un gentil saporetto acido, provocante un poco

---

caricare la batteria quanto esso, cioè di 4. secondi, invece di 1. solo minuto terzo? Se continua, e incessante è la spinta al fluido elettrico, e il versamento che ne fa codesto Elettro-motore e con sì debole forza ossia *tensione*: non è continuo ancora, e incessante lo sgorgo, che viene dal vetro della macchina, che va seguitamente elettrizzandosi, e ad un grado cotanto intenso? Lo è, rispondiamo, dipendentemente dal presentarsi al conduttore gli uni dopo gli altri i punti di esso vetro elettrizzati dal previo stropicciamento contro a' cuscini, epperò proporzionata debb'essere la quantità di fluido, che viene mano mano a versarsi in esso conduttore, alla velocità, con cui si succedono detti punti, ossia a quella, con cui si aggira il cilindro, o disco di essa macchina: a misura che son lenti i giri, e tarda tal successiva presentazione de' punti elettrizzati al conduttore, lento e tardo riesce anche lo sgorgo, e versamento del fluido elettrico in esso, lento il trascorrimento da questo ad altri conduttori o recipienti; a misura, che è celere e rapida la rotazione, celere e presto è anche lo sgorgo, e rapida, fin dove giunge, la corrente. Ma fosse anche 100. mila volte maggiore la velocità de' giri di quello ottener mai possiamo, sarà sempre limitata, e limitato corrispondentemente cotesto sgorgo, vale a dire soffrirà esso sempre qualche ritardo a togliere il quale vi vorrebbe una velocità infinita. Lo sgorgo invece, che viene dall'Elettro-motore, non soffre nè ritardo, nè limitazione per questo conto, attesochè sono sempre i medesimi punti di mutuo contatto de' metalli diversi, che spingono incessantemente il fluido elettrico, che insistono ivi ad ogni istante immaginabile in tal azione, onde la quantità di questo fluido versata, e la velocità della sua corrente è tutta quella, che può il medesimo avere, spinto e sollecitato continuamente dal dato grado di *tensione*, fluente per abbastanza buoni conduttori: velocità, che considerata la prodigiosa mobilità, ed elasticità propria di esso fluido, possiam benissimo credere, che sia 100. 200. 300. mila volte maggiore della velocità, con cui nella macchina elettrica anche rapidissimamente aggirata i punti del vetro elettrizzati vengono successivamente a versare il fluido condensatovi nel conduttore; la quale in paragone vuol dirsi lentezza, anzichè velocità, e porta, come abbiam detto, una corrispondente lentezza in tale versamento. Non fia dunque maraviglia, che l'Elettromotore nell'esempio recato, anche colla debole *tensione* di ¼ di grado dell'elettrometro a paglie, versi continuamente, e faccia scorrere maggior quantità di fluido elettrico, che il cilindro o disco di una macchina, che si elettrizzi a ben 100. gradi del quadrante elettrometro, cioè ad una *tensione* più di 6. mila volte maggiore, e si aggiri anche rapidamente; giacchè se l'Elettromotore svantaggia per questo conto 6. mille, od anche 7. od 8. mille volte, vantaggia per l'altro 100. 200. 300. mila volte, od anche più.

Supponiamo, che per quest'ultimo conto, cioè per essere nell'Elettro-motore sempre i medesimi punti di contatto metallico, che sospingono il fluido elettrico, e scorrere lo fanno continuamente ne' conduttori che seguono, senza aver bisogno, che ad essi altri punti succedano, e apportino nuovo soccorso, come accade nelle macchine elettriche, supponiamo dico, che per tal conto, riesca il versamento di esso fluido, e la corrente sua 200. mila volte più pronta

Digitized by Google

la salivazione, come provocasi sull'occhio, che si presenti invece della lingua, un brucioretto, che provoca lacrimazione. Se al contrario il conduttore, a cui si presenta in tal modo la lingua, sia elettrizzato negativamente, ossia *in meno*, la corrente di fluido elettrico essendo allora diretta non dal conduttore alla lingua, ma da questa a quello, avvegnachè il venticello abbia luogo, e si senta dalla lingua, la sensazione di sapore sarà o nulla, o di quell'altro sapore sopra indicato, cioè tirante all'alcalino: come appunto è nulla, o di tal sapore la sensazione, che nelle sperienze galvaniche prova l'apice della

---

e spedita ad esso Elettro-motore; e applichiamo ciò ad un altro esempio, che ci riconduce alle osservazioni sulle sensazioni di sapore, e di dolore eccitate dalle correnti elettriche. Con tal supposizione, e colla scorta delle premesse cose intenderassi facilmente come anche i più semplici Elettromotori, consistenti in una copia sola di metalli diversi, e questi neppure de' più attivi, es. gr. argento e stagno, ove applichinsi a dovere tai metalli uno alla punta della lingua, l'altro al suo dorso, o ad altra parte interna della bocca, od anche a qualunque esterna del corpo, ma bagnata, eccitino più viva sensazione di sapore, più vivo dolore applicati ad una ferita, ec.; di quello vi ecciti il conduttore di una buona macchina elettrica, a cui tengasi applicato l'istesso apice della lingua, l'istessa ferita in tempo, che si fa giuocare essa macchina. La *tensione* elettrica, che acquistano tali metalli nel mutuo contatto, è di $^1/_{100}$ circa dell'elettrometro a paglie: quella che acquista il cilindro o disco di vetro della macchina, ossia i punti di esso vetro stropicciati, diamo che sia 100. mila volte maggiore, quale sarà se salga a 62. $^1/_2$ del quadrante elettrometro. La copia dunque di fluido elettrico versato a ciascun istante da tale macchina dovrebbe essere per questo conto 100. mila volte maggiore di quella versata dal succennato Elettromotore semplicissimo; ma per l'altro conto (cioè della non sufficiente prontezza, con cui si presentano successivamente al conduttore i punti elettrizzati del vetro) dee riuscire, giusta la supposizione, 200. mila volte minore: epperò, fatto il compenso, risulta più copioso del doppio il versamento di fluido elettrico dall'Elettro-motore anche semplice, doppia la piena ossia corrente, che induce e promove ne' conduttori umidi, a cui comunica, nella lingua, ec., onde più vive le sensazioni cagionate, ec.: ad aversi eguale versamento, egual corrente dal cilindro o disco della macchina converrebbe, secondo il nostro computo, che l'elettricità vi salisse ne' punti stropicciati a ben 125. gradi del quadrante elettrometro, al che non arrivano certo le comuni macchine elettriche.

Questa lunga nota, e la precedente poteano forse risparmiarsi, essendoci già tanto trattenuti intorno a questo stesso soggetto nel presente scritto, cercando, cioè di spiegare col ragionamento unito alle sperienze più decisive come gli *stessi effetti dell'istesso fluido*, che agisce nelle sperienze elettriche comuni, e note da un pezzo, e in quelle nuove del così detto Galvanismo, vengano *modificati dal tempo*, in guisa, che tali o tali altri di quelli effetti, o fenomeni compajono più cospicui, tali o tali altri mostransi più oscuramente, o non compajono affatto. Ma tanto importa il ben intendere l'influenza, che vi hanno da un lato l'intensità, ossia quella, che il nostro VOLTA chiama *tensione elettrica*, dall'altro lato il tempo (del qual *elemento del tempo* non si era fatto ancora quel conto che si dee), tanto giova il saperla in qualche modo valutare tal doppia influenza, che abbiamo stimato non inutile l'insistere su di ciò ad ogni occasione e qui di bel nuovo, e di grande vantaggio il darne qualche ulteriore schiarimento con un'idea di calcolo: un'idea, diciamo, non un vero calcolo esatto, giacchè non ci è possibile di precisare i dati: tale però, che crediam bastare all'intento di ottenere una spiegazione soddisfacente.

Digitized by Google

lingua dalla parte di quello de' due metalli, che pel contatto coll'altro viene elettrizzato *in meno*, qualora il sapor acido, che fa sentire quest'altro metallo elettrizzato *in più*, sia pur debole, o per essere tai metalli poco diversi, o per non essere il più convenientemente applicati.

§ 93. Ecco dunque anche riguardo alle sensazioni di sapore, compito il parallelo fra l'elettricità ordinaria delle comuni macchine, e quella degli Elettro-motori Voltiani, ottenendosi gli stessi stessissimi effetti, colla sola differenza del più o meno; e questo dipendentemente, com'è ben giusto, dalla maggiore, o minor copia di fluido elettrico, che movono, e fanno scorrere in dati istanti le une e gli altri: nel che il vantaggio sta, come in tante maniere si è mostrato, per gli Elettromotori. Ma l'importanza maggiore, che attaccava il nostro VOLTA a queste sperienze delle sensazioni di sapore eccitate sulla lingua dall'elettricità positiva e negativa de' conduttori delle ordinarie macchine, sensazioni simili a quelle che eccitano gli Elettro-motori, sia semplici, cioè formati dall'accoppiamento di due soli metalli di diversa specie, sia composti di un numero qualunque di tali coppie metalliche, l'importanza, dico, maggiore, che vi attaccava quel sagacissimo sperimentatore, e il frutto più grande, che ne ritrasse, si fu di scoprire per tal modo quale dei due metalli, che si toccano, venga ad elettrizzarsi continuamente *in più*, ed a versar quindi il fluido elettrico mano mano ricevuto nel conduttore umido cui trovisi d'altra parte applicato, quale ad elettrizzarsi via via *in meno* e quinci a succhiare di tal fluido, a ristoro delle sue continue perdite, dal medesimo, o da altro conduttore, cui parimente stia esso metallo applicato: in guisa che il circolo sia compito, come richiedesi acciò abbia luogo la corrente continuata in giro. Appariva dunque, che quel metallo viene elettrizzato *in più*, il quale rivolto verso la punta della lingua vi eccita non altrimenti che il conduttore *positivo* della macchina elettrica il sapor acido, e quello elettrizzato *in meno*, che a somiglianza del conduttore *negativo* vi eccita o niun sapore sensibile, o quello tirante all'alcalino. Così aveva conchiuso esso VOLTA, e determinato, fin dalle sue prime sperienze, e molto tempo avanti che fosse giunto ad ottenerne segni sensibili all'elettrometro, che dei metalli, oro, argento, rame, ferro, stagno, zinco, i superiori secondo quest'ordine *danno* fluido elettrico agli inferiori, e tanto più, quanto più distano nell'ordine medesimo. Il che poi venne compiutamente confermato da quelle altre sue sperienze luminosissime, con cui ebbe segni distinti all'elettrometro, dapprima coll'ajuto del Condensatore, poi anche senza: di che abbiamo lungamente parlato a suo luogo.

Digitized by Google

ARTICOLO VII.

Continuazione dell'Articolo precedente: ossia particolari osservazioni intorno ad alcune circostanze, che modificano la forza e la qualità delle impressioni portate dagli Elettro-motori sui nostri organi.

§ 94. Riuscendo le sensazioni eccitate dalla corrente elettrica più vive e forti a norma che questa è più copiosa e spedita, e altronde essendo i conduttori umidi, o di seconda classe tutti molto imperfetti, e massime l'acqua semplice e pura, per nulla dire de' corpi non abbastanza intrisi, alla qual imperfezione però si rimedia non poco con dare ad essi conduttori picciola lunghezza, e in vece grande larghezza, onde il torrente elettrico diramar si possa in molte strade, ec., come abbiam detto in più luoghi di questo scritto, e mostrato particolarmente nell'Articolo 5.°, è facile intendere quanto sia importante, che tali conduttori umidi lo siano a dovere, che l'umore sia salino anzichè acqua schietta, che non siano troppo prolungati, e sopratutto che una assai ampia superficie presentino all'ingresso, o sortita del fluido elettrico, e larghi pur sieno in tutto il tratto ch'esso dee percorrere eccetto soltanto il luogo ove ha giustamente a stimolare quelle tali fibre, che ci proponiamo di eccitare. Quivi pertanto è spediente, e talvolta necessario, che ristringasi la corrente, facciasi il passaggio per pochi punti della lingua, dell'occhio, della ferita, ec. se voglionsi eccitare le sensazioni di sapore, di luce, di bruciore, anche con Elettro-motori debolissimi, e perfino col più semplice, formato cioè di due soli pezzi metallici diversi. Ma l'applicazione del polo opposto, ossia dell'altro metallo all'altra parte del corpo, o conduttore umido qualsiasi comunicante con esso, dee farsi con un'ampia superficie: e in niun luogo poi di tali conduttori umidi, che compiranno il circolo, ha da incontrarsi strettezza che angustii il passaggio dell'elettrico torrente, eccetto, come or dicevamo, il luogo di quelle fibre od organi, a cui vuolsi portare ben efficace lo stimolo. Or dunque questo lo è tanto più, quanto più largo, e non lungo passaggio si offre alla corrente elettrica in tutto il giro, e quanto più stretto nell'unico sito, in cui trovansi quelle tali fibre od organi.

Per ciò, se tutta la lingua si tenga tuffata nell'acqua di un vaso, la quale comunichi pur largamente con una lastra di zinco, e questa poi si venga a toccare con altra lastra d'argento, o di rame comunicante con tutta la palma della mano ben umettata, non si sentirà il sapor acido, come si sente se in quell'acqua trovisi intinta invece la sola punta di essa lingua. Così pure non si sentirà, o pochissimo, ancorchè si delibi in tal maniera l'acqua coll'apice della lingua, se d'altra parte non l'intiera palma, ma pochi punti della mano, o un sol dito vengano applicati all'altro metallo. In quest'ultimo

Digitized by Google

caso inceppata in gran parte la corrente elettrica per tal angusta comunicazione della mano col metallo, non arriva abbastanza copiosa all'apice della lingua per stimolare sensibilmente le sue nervee papille: nel primo caso la corrente sarebbe pur sufficientemente copiosa per eccitare le più sensibili di tali papille, se per poche di queste dovesse passare tutta ristretta, ma trovando ampio passaggio per tanti punti della lingua, gli stimola tutti troppo debolmente per eccitarsi alcuna sensazione. Ad ottenere questo richiedonsi dunque tutte le circostanze favorevoli, cioè che sia ampia la comunicazione della mano, o di altro conduttore umido coll'uno de' metalli, e che il solo apice, o pochi punti della lingua siano intinti nell'acqua, o si applichino a quel qualunque conduttore umido, cui sta ampiamente applicato l'altro metallo, e che ivi solo sia ristretto il passaggio della corrente elettrica, ed in nessun altro luogo, per tutto il tratto de' conduttori umidi, ch'entrano nel circolo.

§ 95. Richiedonsi, dico, tutte queste circostanze, o condizioni per ottenere le sensazioni di sapore con un semplicissimo Elettro-motore, formato cioè di due soli pezzi di metallo, d'oro, d'argento o di rame l'uno, l'altro di stagno o di zinco: giacchè con Elettro-motori composti di 4. 6. 8. ec. di tali coppie metalliche, si hanno esse sensazioni, ancorchè siano le anzidette condizioni difettose fino ad un certo segno. Anche con una sola coppia però riesce di sentir il sapore tuttochè limitato sia a pochi punti il contatto d'ambe le parti, cioè dell'uno e dell'altro metallo co' conduttori umidi, purchè applicato l'uno immediatamente all'apice della lingua, l'altro lo sia immediatamente anch'esso ad altri punti della medesima, o dell'interno della bocca: in tal caso il cortissimo tragitto per tali parti sì ben intrise di umori animali, che sono tra i conduttori di seconda classe de' meno imperfetti, fa, che l'ostacolo alla corrente elettrica non riesca così grande, ancorchè per non larga superficie di contatto, anzi per pochi punti le si dia passaggio. Ma se stando similmente applicato uno de' metalli dell'unica coppia all'apice della lingua, l'altro si tocchi soltanto con pochi punti della mano, o di un dito, anche ben bagnato, e sì di acqua salata, e peggio poi se lo tocchi così scarsamente una seconda, terza, quarta persona, ec. che si dian mano tra loro, non si avrà punto sulla lingua la sensazione di sapore: la quale poi si otterrà qualora s'impugni quel metallo con tutta, o quasi tutta la mano umida, purchè anche le altre mani, ove sieno più persone a formar il circolo, trovinsi ben umide, e ben concatenate, cioè con ampio contatto. Pregiudica dunque assai (frenando, e rattenendo in gran parte la corrente elettrica) e lo scarso combaciamento di conduttori umidi, sia tra loro, sia co' metalli, e qualunque altra strettezza vi s'incontri in tutto il tratto di quelli, ed il numero e lunghezza de' medesimi: il qual numero, e lunghezza, se siano eccessivi, come una catena di molte persone, ancorchè si tengano tutte alla meglio colle

Digitized by Google

mani ben umide, faranno, che inabili sieno ad eccitar le sensazioni di sapore sull'apice della lingua, non che gli Elettro-motori di una sol coppia di metalli, ma quelli pure di 4. 6. 8. coppie: e ad ottener ciò ve ne vorranno di più composti a proporzione.

§ 96. Tutto ciò, che abbiam fatto qui osservare riguardo alle circostanze favorevoli o sfavorevoli allo scopo di eccitare le sensazioni di sapore sulla lingua, può facilmente applicarsi alle altre sensazioni, (cioè del chiaror passaggiero nell'occhio, del bruciore nelle parti delicatissime, e spogliate di cute, come gl'orli interni delle palpebre, o il bulbo medesimo dell'occhio, le nude fibre muscolari e nervee di qualche ferita o lacerazione, ec.), ed anche alle scosse: ritenuto però che per ottenere quest'ultime, come anche per il bruciore, e dolor mordente in parti sensibili bensì, ma non spogliate de' loro integumenti, sulla fronte per es., sul naso, le gote, la gola, il dorso delle mani, ec., si ricerca dipiù, che per far spuntare il sapore sull'apice della lingua, od apparire un leggier lampo nell'occhio. Infatti si possono eccitare di leggieri queste sensazioni di sapore, e di lampo con una sola coppia di metalli, ponendo le sovrindicate condizioni, e circostanze favorevoli, non già il dolore mordente sulla pelle della fronte, ec., nè le scosse, o contrazioni muscolari: il quale dolore, e le quali contrazioni si ottengono soltanto denudati i muscoli, o i nervi che vi s'impiantano, e portata su di essi l'azione della debolissima corrente elettrica mossa dai due soli metalli. Per ottener qualche scossa sensibile, o dolore nelle parti sane del nostro corpo, e coperte de' loro integumenti, vi vogliono Elettro-motori composti di più coppie metalliche. Quali dunque, e quanto composti? Ecco alcuni esempj, fornitici al solito dal nostro VOLTA, che ognuno potrà facilmente verificare, essendo precisato il modo praticato negli sperimenti, e che finiranno di rischiarare il presente soggetto.

§ 97. Adoperando nella migliore maniera possibile, che è, come altrove notammo, di tener intinto un dito nell'acqua di un catino, in cui peschi un grosso filo, o lastra metallica procedente da un polo dell'Elettro-motore, e di portare al contatto immediato dell'altro polo un'altra lastra, o cannone metallico impugnato a dovere, con tutta cioè la palma della mano ben umida; adoperando così, se il dito sia per avventura intaccato da qualche taglio o lacerazione, si farà ivi sentire qualche puntura di dolore, ancorchè l'Elettro-motore consti di una coppia sola di rame e zinco, ma niente proverassi di scossa: se consti di 3. coppie, il dolore sarà vivo, e già troppo molesto, e comincerà forse a sentirsi qualche poco di scossa, confusa col dolore stesso, la quale riuscirà quindi più percettibile, sebbene pochissimo ancora, in altro dito senza ferita o lesione di sorta alcuna: con 4. coppie, e 5. sarà la scossa più distinta, però ancora debolissima, e limitata ad una o due articolazioni solamente di esso dito: con 6. 8. coppie, sarà ancora una scossarella, più

Digitized by Google

estesa sì, e più vibrante, ma non dolorosa: quale finalmente diverrà, quando l'Elettro-motore venga composto di 16. 20. coppie, o più, anzi si sentirà in certo modo più il dolore, che la scossa: dolore penetrante, come pare, il midollo dell'osso, assai penoso ed insoffribile quasi, ove l'Elettro-motore oltrepassi le 30. coppie, e ben inteso, che sia costrutto nel miglior modo.

Insomma per progredire dalla minima scossa in picciola parte del dito così intinto, e niente dolorosa fino a quella in tutto il dito abbastanza forte, cui accompagna una stretta di dolore grave e penoso, convien accrescere, le altre cose pari, ben 8. o 10. volte la forza dell'Elettro-motore, portarlo cioè da 3. o 4. coppie di rame e zinco a 30. circa.

§ 98. Un tal Elettro-motore di 30. coppie potrà eccitare anche sulla fronte, il naso, ec., un dolore assai mordente e rabbioso, ed uno insoffribile sulla pelle esterna delle palpebre: ad eccitarvelo leggiero e appena sensibile basteranno 10. od 8. coppie, ma non meno, laddove una sola basta ad eccitarlo sull'orlo interno delle medesime palpebre, sul nudo bulbo dell'occhio, in una ferita, o scorticatura viva, e recente: come si è detto.

§ 99. Quanto al dolore, che invade, e penetra tutto il dito all'atto della scossa, desso è ben diverso dall'altro pungente, e lacerante, che eccitasi nelle fibre spoglie de' loro integumenti, ne' tagli, ec., e da quel bruciore ancora, che morde più o men aspramente la fronte, il naso, od altre parti coperte dalla pelle. Coteste sensazioni di dolore pungente e rabbioso si hanno anche senza scossa, e spuntano, non come questa, all'atto, che si compie colle opportune comunicazioni il circolo, ma qualche istante più tardi, e talvolta dopo un tempo notabile, come abbiam già fatto osservare, e vanno via via crescendo per certo altro tempo, ove mantenendosi compito il circolo continui la corrente elettrica; nè cessano mai finchè esso circolo non s'interrompa. Quello al contrario, cioè il dolore, che affetta internamente tutto il dito, entra colla scossa immedesimato in certo modo con essa, e se non svanisce tosto con lei cotale stretta di dolore, dura ben poco ancorchè continui, rimanendo chiuso il circolo, la corrente elettrica, dura cioè quanto ci va ad estinguersi da se stesso un dolore impresso momentaneamente. Insomma altro non è propriamente, che una scossa dolorosa.

§ 100. Ma perchè dunque non è dolorosa anche quella portata al carpo, ai gomiti, alle spalle dagli stessi Elettro-motori di 20. 30. 40. coppie metalliche allorchè ambedue le mani comunicano a dovere per larghe superficie a rispettivi conduttori metallici? Perchè, rispondiamo, la corrente elettrica investendo tutta la mano indi il braccio, non vi è così ristretta, ed angustiata come nel dito, che solo le dia passaggio. Che se l'Elettro-motore sia composto di un molto maggior numero di gruppi, di 100. per es. 150. 200., la grossa piena di fluido elettrico, che con tanto maggiore forza egli verserà, trovando troppo scarsa ancora la larghezza tutta del braccio, vi produrrà

Digitized by Google

in un colla scossa violenta e sensibilmente momentanea anche quella stretta di dolore interno, e durevole per qualche tempo, di cui si parla, massime ai luoghi delle articolazioni.

§ 101. Un tal dolore però cessa, torniamo a ripetere, ancorchè mantenendosi compito il circolo de' conduttori continui la corrente elettrica. Ad ogni modo non lascia questa, essendo forte di far sentire la sua impressione in altra maniera, sia nel dito solo, sia in tutta la mano, e parte ancora del braccio: impressione diversissima da tutte quelle, che abbiamo qui sopra considerate, di cui però si è già altrove parlato abbastanza, e la quale consiste in una specie d'irritamento come sordo, in un certo qual fremito, accompagnato in qualche parte da un senso di calore non ben distinto: impressione insomma, che come ivi dicemmo, non si può ben definire, e neppure averne idea, se non si prova; ma impressione, che alla lunga produce nell'economia animale effetti molto insigni, cioè stupore, certa sorte di paralisia, ed anche la morte ne' piccioli animali, e fino l'estinzione d'ogni vitalità, secondo che l'Elettro-motore è più potente, e si fa agire più a lungo sopra questi o quegli organi, come abbiam fatto vedere.

§ 102. Ritornando alle scosse, e alle strette di dolore, che si eccitano nel dito intinto nell'acqua, dipendendo esse dalle condizioni, e circostanze favorevoli sopra indicate, ecco quali cambiamenti si hanno ove vengano mutate una o l'altra di queste, e rese meno favorevoli. Quando l'Elettro-motore è si poco composto, che la scossarella nel dito non lo prende tutto, e succede senza dolore, se invece d'un solo si tengano tuffati due diti, o tre, o tutta la mano, essa scossa diviene a proporzione meno sensibile, fino a rendersi impercettibile affatto: il che viene, com'è facile intendere, dall'esser ora la corrente elettrica più espansa di quando si obbligava a passare ristretta per un dito solo. Se poi, essendo l'Elettro-motore formato di un maggior numero di gruppi, il dito ne rileva scossa, e dolore abbastanza forti, in tal caso coll'accrescere l'immersione, aggiungendovi altri diti, o la mano intiera si alleggerisce a proporzione tale sensazione di dolore diffusa a molte parti, ma non si toglie del tutto: e la scossa poi che prima non si avanzava, o poco oltre il dito, arriva al carpo, od anche al gomito, per la ragione, che più larga essendo ora la via di quello fosse per un dito solo, più libera, e copiosa è la corrente elettrica, che s'avanza su pel braccio, ec.

§ 103. Ma molto più si alleggeriscono e scossa e dolore, anzi questo vien meno del tutto anche nell'unico dito intinto, se l'altra mano pure con pochi suoi punti, o con un sol dito venga a toccare il polo opposto dell'Elettro-motore, per la ragione che tanto meno della corrente elettrica può penetrare, e con tanto minore facilità progredire, come più volte si è detto, quanto men largo le si offre ivi il passaggio dall'umido conduttore di sua natura sempre molto imperfetto. La cosa va a tal segno, che se, lasciato il bagno d'acqua,

Digitized by Google

tocchinsi semplicemente colla punta de' due diti comunque bagnati i due poli di una pila anche abbastanza forte, come di 20. 30. 40. coppie di rame e zinco interpolate da bullettini intrisi a dovere di acqua salata, non si sente che una leggerissima scossa in essi diti soli, non estendentesi neppure alla seconda o terza articolazione de' medesimi, od anco limitata ai soli polpastrelli; quando invece toccando que' poli con due larghe lastre, o cannoni di metallo ben impugnati dalle mani umide, applicandovi cioè le intiere palme, si ha forte scossa fino al carpo, al gomito, ec.

§ 104. Faremo ora osservare, che tutte queste sperienze sulle scosse del dito, sia minime, e limitate ad esso solo, o a picciola parte del medesimo, sia crescenti secondo le circostanze, fino a divenire dolorose, poco o molto, o ad estendersi al braccio, ec. possono imitarsi esattamente in ognuna di tali modificazioni, sostituendo alla pila, od Elettro-motore una grande boccia di Leyden, o meglio una batteria. Intinto dunque un dito solo nell'acqua del catino, e fatta questa comunicare per mezzo di una lastra, o grosso filo metallico all'armatura esterna di una o più boccie unite, vengasi a toccare l'armatura interna, o la verga metallica, che vi comunica, colla lastra o cannone impugnato a dovere dall'altra mano ben umida. Se la boccia, o boccie abbiano in tutto di armatura ½ piede quadrato, 1. piede, 2. piedi, vi vorranno rispettivamente le cariche di 1. grado, di ½, di ¼ circa dell'elettrometro a paglie sottili, per eccitare in quel dito intinto l'istessa minima scossa, e quasi impercettibile, che abbiam veduto più sopra venir eccitata da un Elettro-motore di 3. o 4. coppie di rame e zinco. Così poi a misura, che si aumentino o la capacità della batteria, o le cariche, riusciranno le scosse del dito più risentite, più estese, dolorose, ec., come appunto lo divengono adoperando Elettro-motori composti di un maggior numero di coppie metalliche: e siccome abbiam veduto, che questo debbe crescere ad otto, o dieci volte tanto, perchè anche la scossa cresca dal minimo fino al grado di riuscirne il dolore penoso, e quasi insopportabile a un dito solo, che si tenga tuffato nell'acqua, e tuffativi più diti o la mano intiera, di essere bensì poco o nulla dolorosa la scossa, ma di avanzarsi a commovere anche parte del braccio, o tutto; così parimente a far che produca altrettanto la boccia o batteria, converrà darle una carica otto, o dieci volte maggiore di quella richiesta per la minima scossa: cioè di 8. o 10. gradi alla boccia avente ½ piede quadrato di armatura, di 4. o 5. gradi a quella avente 1. piede quadrato, ec. Che se il conduttore metallico procedente dall'armatura interna della boccia tocchisi sibbene colla lastra medesima, o con altro metallo non impugnati già con tutta la mano, ma tenuti soltanto con due diti, e toccati in pochi punti, o peggio vi si porti al contatto l'apice solamente di un dito, succederà anche qui, come coll'Elettro-motore, che non si senta scossa alcuna per quelle cariche o *tensioni*, che le darebbero deboli sperimentando

Digitized by Google

nell'altra miglior maniera, cioè colla larga lastra metallica impugnata a dovere; e per quelle cariche, che produrrebbero commozioni abbastanza forti, e molto dolorose all'altro dito tuffato nell'acqua, non si abbia a questo e a quello che un debolissimo senso di scossa, anzi al dito, che tocca colla sola punta o polpastrello, ivi un leggier pizzicore, piuttosto che una vera scossa.

§ 105. Dalle quali sperienze colle boccie di Leyden confrontate con quelle degli Elettro-motori si rileva, che questi con una *tensione* da 8. in 10. volte minore eccitano eguali scosse alle eccitate da una boccia di vetro sottile, e di 1. piede quadrato di armatura: (questa in fatti per dare la minima scossa nel modo suddescritto vuol essere caricata ad $^1/_2$ grado, laddove l'Elettro-motore composto di 3. o 4. coppie di rame, e zinco, che pure la dà, non arriva che ad $^1/_{20}$, o al più ad $^1/_{15}$ di grado): e che con boccia, o batterie mano mano più capaci, le cariche richieste ad agguagliare le scosse degli Elettro-motori, vanno diminuendo, ed accostandosi così alle *tensioni* di questi: ma che per giungere a pareggiarli in ciò, a dare cioè eguali scosse con eguali *tensioni*, dovrebbero ingrandirsi esse batterie di ben molto. Le quali cose tutte convengono perfettamente con ciò, che è stato con tante altre prove dedotto e mostrato negli articoli 3.° e 4.° ove anche si son date ragionando le più ampie spiegazioni.

CONCLUSIONE.

§ 106. Considerati ormai sotto tutti gli aspetti i fenomeni, che la corrente eccitata dagli Elettro-motori produce negli organi animali, e che interessano quindi la Fisiologia, ne restano molti altri e Fisici, e Chimici non meno stupendi sopra varie sostanze non organiche, specialmente sopra gli stessi metalli, l'acqua, e diversi sali: cioè l'arroventamento, e fusione de' fili, e foglie metalliche, lo svolgimento dei gas ossigene, ed idrogene dall'acqua, e di altri gas da altri liquori, le ossidazioni, e disossidazioni, ed altre composizioni, e decomposizioni. Ma cotali effetti, tuttochè operati dallo stesso agente, sortono in certa maniera dalla sfera del *Galvanismo*, il quale in origine versava soltanto intorno a certa azione supposta proveniente dagli organi animali, intorno cioè a ciò, che da GALVANI fu chiamato *elettricità animale*; sebbene in seguito poi, avanzatosi a riguardare tal azione anche come proveniente d'altronde, limitavasi tuttavia esso GALVANI a considerarla in quanto veniva portata sopra codesti organi, e dai medesimi in certa maniera modificata: mentre di tutti quegl'altri cospicui fenomeni ne' corpi inorganici non presentava neppur l'idea. La scoperta di tali nuovi fenomeni più maravigliosi ancora dei primi, e che aprono un vastissimo campo di ri-

Digitized by Google

cerche, interessanti particolarmente alla Chimica, venne dietro al grande ritrovato della così detta *pila* di VOLTA, ossia de' suoi *Elettro-motori composti*. Di codesti fenomeni non abbastanza conosciuti, nè bene spiegati ancora, e intorno ai quali si è tanto questionato in questi ultimi anni, e si questiona anche oggidì, ci riserviamo a trattare in un'altra Memoria, contenti di aver mostrato nella presente, colla scorta del nostro egregio maestro tante volte nominato, le seguenti verità.

§ 107. Che nelle sperienze ancora propriamente galvaniche, cioè sopra gl'animali, l'elettricità non viene altrimenti mossa da alcuna forza vitale od organica, onde potersi chiamare in giusto senso *elettricità animale*, ma bensì in virtù del semplice contatto di conduttori fra loro diversi, massime metallici, per un azione cioè che si spiega in tal contatto, e dà impulso al fluido elettrico, e lo mette in corrente, portandolo così a stimolare le fibre irritabili, che incontra sul suo passaggio, ec.

§ 108. Che cotai conduttori diversi, i quali voglion dirsi ancora, attesa l'indicata virtù, *motori elettrici*, combinati acconciamente in un giusto ordine e serie, formano, secondo le diverse costruzioni, che possono avere, diversi apparati Elettro-motori, tanto più attivi, quanto meglio assortiti, ed ordinati ne sono i pezzi, e più numerosa la serie.

§ 109. Che sebbene i metalli, ed altri conduttori di prima classe siano in generale anche in linea di motori molto più efficaci dei conduttori umidi, o di seconda classe, nondimeno anche con questi soli, che siano convenientemente diversi tra loro, possono formarsi degli Elettro-motori abbastanza potenti, epperò anche con sole sostanze animali o vegetabili.

§ 110. Che di tal sorte sembran essere, anzi può dirsi, che sieno sicuramente, i così detti *organi elettrici* della *Torpedine*, e degli altri pesci, che possedono la maravigliosa virtù di dare la scossa; onde neppur qui conviene propriamente il nome di *elettricità animale*, nel senso cioè che venga prodotta o mossa da alcuna azione veramente vitale, od organica, il che non è; ma bensì un semplice fenomeno fisico, anzichè fisiologico, un effetto immediato dell'apparato Elettro-motore, che il pesce chiude in seno, apparato simile agli Elettro-motori artificiali, e che agisce come questi per propria forza, in virtù della sua costruzione, cioè de' mutui contatti di conduttori diversi, ec.

§ 111. Che il fluido elettrico nè in cotali organi singolari della Torpedine, del Gimnoto, ec. nè in quelli comuni degl'altri animali, viene in alcun modo animalizzato, come si era dai Galvanisti preteso, nè vi soffre cambiamento od alterazione di sorta: ch'ella è pura, genuina, e semplice elettricità, eccitata con questi nuovi artifizj, e congegni, i quali chiamansi acconciamente Elettro-motori: elettricità nulla punto diversa da quella delle boccie di Leyden, con cui l'abbiamo costantemente confrontata.

§ 112. Che infine, come l'elettricità di codeste boccie, ove sieno molto

Digitized by Google

capaci, e meglio poi quella di capacissime batterie, ancorchè portata a debole *tensione* ossia carica, vale a produrre effetti molto grandi, atteso il tempo considerabile, che dura la scarica, comunque sembri istantanea: così e vieppiù abili sono a produrli gli Elettro-motori con egual *tensione*, continuando per più tempo, anzi interminabile essendone la scarica. Onde per niuno de' fenomeni del così detto Galvanismo stati finora osservati v'è bisogno di ricorrere ad altro agente fuori dell'elettrico, come alcuni hanno vanamente preteso, creandone di posta un nuovo sotto il nome di *fluido galvanico*, e moltiplicando così gli enti senza necessità.

Tutto ciò ci lusinghiamo aver mostrato chiaramente in questa Memoria, togliendo ogni dubbiezza, e difficoltà. Nell'altra, che seguirà, escluso qualsiasi fenomeno fisiologico, giacchè non interverrà nelle sperienze alcun corpo od organo animale, verranno tolte, seppur sussistessero ancora, siffatte questioni od ipotesi di *elettricità animale* o *animalizzata*, e simili per modo, che non potrà neppur venirne in capo l'idea (*).

(*) *La più importante circostanza in elettricità*, disse a ragione il celebratissimo DAVY, *è forse il suo rapporto colle forze chimiche della materia, ed il modo con cui essa modifica, avvalora, o distrugge coteste forze.* Ma siccome quest'ultimi anni, che tennero dietro a quello (1806.) in cui la presente Memoria fu scritta, segnano l'epoca delle sorprendenti scoperte intorno alla *relazione fra la forza elettrica ed i cambiamenti chimici*, ed a tutti i cultori delle naturali discipline noti sono i fenomeni, che gl'*Elettromotori* operano sulla materia inorganica: così tanto inutile or diverrebbe una seconda Memoria destinata a far conoscere questi fenomeni istessi, quanto utile divisamento era il pubblicarla ne' primi momenti di siffatte scoperte ed applicazioni. Veggansi fra i molti altri libri stampati ultimamente intorno a questo oggetto la *Filosofia Chimica* dello stesso H. DAVY tradotta con note de' Sigg. Professori BRUGNATELLI e CONFIGLIACHI a Pavia (1814.), e *les Recherches Physico-chimiques* par MM. GAY-LUSSAC et THENARD a Paris (1809.).

A dimostrare poi come i mirabili fenomeni chimici, o piuttosto la grande azione degl' *Elettromotori* sebben dotati di debolissima elettrica *tensione* nel produrli, si conciliino per modo colla teorica elettrica in generale, e siano anch'essi d'un nuovo argomento per provare che identica è la loro causa con quella, che opera negl'ordinarj apparati elettrici, la presente Memoria vi giova non solo acconciamente, ma altresì maestrevolmente: mentre essendosi in essa dimostrato che gl'*Elettromotori* riguardare si debbono come corpi forniti di pressochè immensa *capacità* elettrica: avendosi instituito un esatto parallelo fra il modo di agire di questi nuovi strumenti e le boccie di Leyden, ed ancor meglio le capacissime batterie; e l'essersi provato in fine che le differenze che nascono negl'effetti dagli stessi *Elettromotori* prodotti, poste pari le altre circostanze, dipendono dalla somma differenza nella *conducibilità* de' conduttori elettrici imperfetti, o di seconda classe che si adoperano o interponendoli alle coppie elettromotrici, o formandone l'arco di comunicazione fra l'uno e l'altro polo degl'apparati Voltiani, tutti questi nuovi fenomeni, che anche con maggiore abuso diconsi da alcuni *galvanici*, si riconducono agli stessi fondamentali principj della scienza elettrica, ed una adeguata spiegazione si dà dei medesimi, dileguandosi tutte le più forti difficoltà, che vennero intorno alla loro origine proposte dai meno esperti in elettricità, allorchè per le prime volte si osservarono.

Le dottrine difatti quivi sviluppate manifestano chiaramente, perchè, a cose pari nel

Digitized by Google

resto, siano più energiche le combinazioni Voltiane, nelle quali le sostanze che le compongono operano fra loro chimicamente, cioè non per altra cagione, che per essere in questi casi il *conduttore umido* che si adopera *meno imperfetto*; per il che improprio è non meno il nome d'elettricità *Idro-metallica*, che piacque a qualche dotto fisico di dare nel principio di queste scoperte all'elettricità generatrice di questi fenomeni, quanto è falso l'asserire che siffatte *forze elettriche siano interamente il risultato de' chimici cangiamenti.* Queste dottrine istesse spiegano inoltre evidentemente, perchè all'arroventamento e fusione p. e. de' metalli, ed all'infiammazione d'altri corpi giovino meglio, poste eguali le altre circostanze, gl'apparati Elettromotori a larghe piastre, che quelli di un numero maggiore di esse ma in proporzione di minore superficie.

Come poi abbiasi ad amministrare l'elettrico con questi nuovi strumenti anche dal Chimico, che or giustamente considera l'elettrico pel reagente il più attivo, affinchè da lui si possa ottener facilmente il divisato intento, gl'ammaestramenti contenuti in questo scritto poco o nulla lasciano a desiderare, purchè attentamente esso sia ponderato in tutte le sue parti.

La quistione piuttosto, se l'elettrico ne' chimici cambiamenti che per esso si ottengono allorquando è mosso dagl'*Elettromotori*, massime se *composti*, operi come *mezzo* o come *causa*, ovvero nell'uno, e nell'altro modo, è ciò che a mio giudizio sembra non per anco dimostrato. Questa tesi però è del tutto estrinseca a quella che formò l'oggetto di questa Memoria, la quale è non meno comprovata dall'analisi dei fenomeni chimici prodotti dagl'*Elettro-motori*, che da quelli, che meno impropriamente, in principio si potevano dire *Galvanici*, e dei quali essa trattò diffusamente.

In virtù di tutte queste riflessioni giudico miglior consiglio il pubblicare piuttosto dopo questo scritto alcune mie Memorie sui *fenomeni che presentano alcuni pesci detti elettrici*; i quali fenomeni, come mi lusingo che potrà scorgersi di leggieri, posti ad esatto confronto con quelli degl'*Elettromotori*, ben lungi dall'appoggiare l'opinione de '*pretti Galvanisti*, o *de' Pseudo-galvanisti*, alla quale in origine fornirono uno de' principali argomenti d'analogia e d'induzione, confermeranno ulteriormente la teorica del non mai abbastanza lodato VOLTA, dietro la quale in questo lavoro scientifico si mostrò vittoriosamente l'*identità dell'elettrico col così detto fluido galvanico*; per il che anche per questo titolo parmi che con me si potrà giustamente affermare, ch'Egli *vim Rajae Torpedinis meditatus*, fu *naturae interpres et aemulus*. L'Ed.

Digitized by Google

INDICE

DEGLI ARTICOLI NE' QUALI È DIVISA LA MEMORIA.

Art. I. *Del Galvanismo semplice, ossia dei fenomeni così detti* galvanici *prodotti dall'applicazione di soli due o tre conduttori, ossia motori elettrici diversi*..... pag. 212

Art. II. *Del Galvanismo composto, o a meglio dire Voltaismo, cioè degli apparati formati da una serie ordinata di Elettromotori semplici* ..... » 223

Art. III. *Del potere che hanno gli Elettromotori di caricare nel più breve tempo, e ad una* tensione *eguale alla loro propria, qualunque boccia di Leyden, o batteria; e di far quindi che queste diano scosse proporzionali a tali cariche, ed alle rispettive capacità* .... » 228

Art. IV. *Ulteriore confronto del valore delle scariche elettriche sotto il doppio rapporto della loro intensità o* tensione *elettrometrica, e della quantità di fluido che le forma, con varie ricerche di Elettrometria* ..... » 238

Art. V. *Della poca virtù conduttrice dell'acqua massime pura: per cui un torrente elettrico tragittandovi si allarga a più potere, prendendo oltre il diritto sentiero molte altre vie comunque oblique e lunghe: applicazione di ciò alle scosse, che si hanno sott'acqua, come dalle Torpedini, così dalle pile, e dalle boccie di Leyden* ..... » 252

Art. VI. *Degli effetti, che oltre le scosse, producono gli Elettromotori sopra gli organi animali, e particolarmente sopra quelli de' sensi* ..... » 268

Art. VII. *Continuazione dell'articolo precedente: ossia particolari osservazioni intorno ad alcune circostanze, che modificano la forza e la qualità delle impressioni portate dagli Elettromotori sui nostri organi* ..... » 289

Conclusione..... » 295

Digitized by Google

Digitized by Google

ALESSANDRO VOLTA.

Ritratto ad olio fatto dal vero durante la sua vecchiaia (proprietà della famiglia Volta).

IND. GRAF. CALZOLARI, FERRARIO & C. - MILANO

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

CATALOGO [1]

DELLE OPERE STATE PUBBLICATE DAL VOLTA SINO A TUTTO L'ANNO 1813.

[1] *Si pubblica poichè si trova stampato a chiusa della Memoria in oggetto, e rappresenta un primo tentativo di bibliografia Voltiana.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

CATALOGO

DELLE OPERE STATE PUBBLICATE DAL VOLTA SINO A TUTTO L'ANNO 1813.

Nell'anno

1769. I. *De vi attractiva ignis electrici, de phaenomenis inde pendentibus: Dissertatio aepistolaris Alexandri Volta ad Ioannem Baptistam Beccaria:* non fu inserita in alcun Giornale, e perciò è rarissima: essa tratta dei fenomeni dell'Elettricità *vindice.*

1775. II. Lettere diverse sull'*Elettroforo* perpetuo, inserite nella *Scelta d'Opuscoli* di Milano: Ediz. in 8.° Vol. VIII. pag. 127., Vol. XII. pag. 94. (1775.), Vol XIV. pag. 84., Vol. XX. pag. 32. (1776.): Ediz. in 4.° T. I. e II.

III. Sull'Elettricità vindice e sull'Elettroforo: Ved. *Scelta d'Opuscoli* cit. in 8.° Vol. IX. pag. 91. e Vol. X. pag. 87.: in 4.° T. I. (1775.).

1776. IV. *Lettre sur un Electrophore perpétuel.* Ved. Observations sur la Physique, sur l'Histoire Naturelle, et sur les Arts par M. l'Abbé Rozier T. VIII. pag. 21. a Paris (1776)

1777. V. *Schreiben an den Herrn* Ioseph Klinkosch *den beständigen elektricitätsträger betreffend.* Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen Band. III. pag. 199. Prag.

VI. Lettere (N.° VII.) sull'aria infiammabile nativa delle paludi, dirette al P. Carlo G. Campi C. R. S. Milano pel Marelli in 8.°: furono tradotte in francese a Strasburgo (1778.) Ved. l'estratto nella *Scelta d'Opuscoli* cit. in 8.° Vol. XXVIII.: in 4.° T. III. (1777.): ed il T. II. del *Dizionario di Chimica* di Macquer tradotto in italiano da G. A. Scopoli Pavia (1783.). Ved. inoltre *Précis d'une lettre sur l'air inflammable* T. I. pag. 152. et T. II. pag. 219. (1778.) = *Sur l'inflammation de l'air inflammable et de l'air comun.* Tom. II. pag. 365. (1778.) e T. I. pag. 278. (1779.) del Giornale cit. Observations etc. par MM. Rozier, Mongez le jeune, et de La-Métherie.

VII. Lettera sopra la costruzione d'un Moschetto e d'una Pistola ad aria infiammabile: ved. *Scelta d'Opuscoli* cit. in 8.° Vol. XXX. pag. 86. e Vol. XXXI, pag. 3.: in 4.° T. III. (1777.): ritrovasi anche separata.

VIII. Sopra un nuovo *Eudiometro,* Lettera al D. Priestley nella cit. *Scelta d'Opuscoli* in 8.° Vol. XXXIV. pag. 65.; e in 4.° T. III. pag. 432.: ved. inoltre il sopracit. T. II. del Diz. di Macquer.

1778. IX. Osservazioni sul fosforo d'orina. Ved. gl'*Opuscoli Scelti* di Milano T. I. in 4.° pag. 65. (1778.).

X. Sulla capacità dei Conduttori Elettrici e sulla commozione che anche un semplice Conduttore è atto a dare eguale a quella della boccia di Leyden = *Opuscoli Scelti* etc. Tom. I. pag. 289. (1778.), ed il Giornale francese cit. *Observations* etc. par MM. Rozier, Mongez et de La-Métherie. T. I. pag. 249. (1779.), ossia T. XIII. dell'intera collezione.

1782. XI. Del modo di rendere sensibilissima la più debole elettricità, sia artificiale, sia naturale: trovasi riportata in italiano nelle *Philosophical Transactions* colla traduzione in inglese di Tiberio Cavallo nel Vol. LXXII. Part. I. (1782.) Londra. Questa Memoria, che è una delle più interessanti del nostro Aut., contenendo l'utilissima scoperta del *Condensatore,* è divisa in due parti ed avvi aggiunta un'Appendice. Essa

Digitized by Google

è pure inserita nel Giornale fran. cit. *Observations* etc. col titolo: *Sur les avantages d'un isolement imperfait.* T. I. pag. 325. et T. II. pag. 3. (1783.), ossia XXII. e XXIII. dell'intera raccolta del medesimo giornale, e negl'*Opuscoli Scelti* etc. T. VII. pag. 128. (1784.) col primo annuncio: *del modo* etc.

1784. XII. Memoria sopra i fuochi dei terreni, e delle fontane ardenti in generale, e sopra quelli di *Pietra-mala* in particolare, con un'Appendice in cui parlasi specialmente di quelli di *Velleja*: negl'*Atti della Società Italiana* T. II. p. 2. pag. 662. e 900. Verona (1784.), e negl'*Opuscoli Scelti* etc. T. VII. pag. 321. e 398. (1784.).

1788. XIII. Osservazioni sull'Elettricità dei vapori dell'acqua, pubblicate nella *Biblioteca Fisica d'Europa* di L. Brugnatelli. T. I. pag. 149. Pavia (1788.).

XIV. Estratto d'una Lettera al Sig. L. Brugnatelli contenente alcune riflessioni sul *Magnetismo*, e sulla proprietà della polvere di carbone scoperta da Lowitz di togliere sull'istante alla carne la più fracida l'odore putrido, e di far sentire prontamente l'odore dell'alcali volatile il più puro: *idem* T. IV. pag. 133. (1788.).

XV. Osservazioni sull'elettricità del ghiaccio, nella stessa Opera periodica T. VI. pag. 164. (1788.).

XVI. Lettere sulla Meteorologia elettrica (N.° IX.) dirette al Professore Lichtenberg di Gottinga pubblicate nella *Biblioteca fisica* cit. Lett. I. *sugl'elettrometri, e sul modo di renderli comparabili, e sulla maniera d'applicare il Condensatore all'elettrometro:* (1788.) Vol. I. pag. 73. Lett. II. tratta in parte *intorno al soggetto della lettera antecedente, sulla funzione della distanza ne' fenomeni elettrici, e sull'elettrometro atmosferico e suo perfezionamento:* Vol. II. pag. 103. Lett. III. continua *sull'uso dell'elettrometro, e del Condensatore nelle osservazioni atmosferiche, e d'altri consimili strumenti, non che degl'inganni che ponno nascere nelle elettro-meteorologiche osservazioni:* Vol. III. pag. 79. Lett. IV. *sull'applicazione della fiammella alla punta dell'elettrometro atmosferico, sulle cause produttrici le variazioni nello stato elettrico dell'atmosfera, e sul confronto fra la forza assorbente, e dissipatrice delle punte metalliche in confronto di quella della fiamma:* Vol. V. pag. 79. Lett. V. *se la fiamma può ben anche dissipare i nembi temporaleschi, come si è supposto che il facciano le punte:* Vol. VI. pag. 137. Lett. VI. *sul modo d'eccitare l'elettricità coll'evaporazione, combustione, ec. e quindi sulla principale origine dell'elettricità atmosferica:* (1789.) Vol. VII. pag. 81. Lett. VII. *sull'elettricità eccitata degli spruzzi d'acqua delle fontane, e perchè sia negativa?* Vol. IX. pag. 109. A questa lettera avvi un'aggiunta in cui si parla *dell'elettricità prodotta colla raschiatura d'alcuni corpi:* Vol. X. pag. 39. Lett. VIII. *sull'elettricità negativa delle pioggie e delle nubi temporalesche a differenza di quella delle nebbie, della neve ec.* Vol. XI. pag. 53. Lett. IX. *primi passi per ispiegare il fenomeno meteorologico della grandine* (1790.) Vol. XIV. pag. 61.

1790. XVII. Memoria della maniera di far servire l'*elettrometro atmosferico portatile* all'uso d'un *Igrometro* sensibilissimo, nella quale si rischiarano molte cose intorno al trascorrimento del fluido elettrico ne' Conduttori *imperfetti*: negl'atti della Società Italiana cit. T. V. pag. 551. Verona (1790.).

XVIII. Descrizione dell'*Eudiometro ad aria infiammabile*, il qual serve inoltre d'apparato universale per l'accensione al chiuso delle arie infiammabili d'ogni sorta mescolate in diverse proporzioni con aria respirabile più o meno pura, e per l'analisi di quelle, e di questa: *Annali di Chimica* di Luigi Brugnatelli T. I. pag. 171. Pavia (1790.), T. II. pag. 161. (1791.), e T. III. pag. 36. *idem.*

1792. XIX. Lettera al Sig. Dott. Pietro Antonio Bondioli in cui parlasi principalmente sull'*Aurora Boreale* nel *Giornale Fisico Medico* di L. Brugnatelli, T. I. pag. 66. Pavia (1792.): questa Lettera può dirsi la X. delle *Meteorologico-elettriche.*

Digitized by Google

XX. *Commentarii de rebus in scientia naturali, et in medicina gestis*: Lipsiae T. XXXIV. pag. 684. art. 14. (1792.). Quest'articolo contiene i primi tentativi del nostro Aut. intorno ai fenomeni *galvanici*: lo stesso è riferito nell'*Histoire du Galvanisme par* P. Sue *Ainé* 1. *Part. pag.* 238. a *Paris* (1802.).

XXI. Lettera al Sig. Dott. Baronio sull'*elettricità animale*: Giornale Fisico-Medico cit. T. II. pag. 122. (1792).

XXII. Memoria I. sull'*elettricità animale* distinta in 2. parti: nella 1. parlasi *della scoperta di Galvani, e del confronto di essa colle cognizioni che fino allora si avevano intorno all'elettricità animale*: nella 2. si riferiscono *le nuove esperienze qui* (Pavia) *intraprese sull'elettricità medesima.* T. II. pag. 146. del giornale Fisico-Medico cit. (1792.).

XXIII. Memoria II. sull'*elettricità animale idem* T. II. pag. 241., e Tom. III. pag. 35. (1792.).

XXIV. Nuove osservazioni sull'*elettricità animale idem* T. IV. pag. 192. (1792.).

1793. XXV. Memoria III. sull'*elettricità animale* compresa in alcune lettere: Lettera prima diretta al Sig. Prof. Aldini, l'unica venuta in luce: *idem* T. V. ossia I. del 2.° anno (1793.) pag. 63.

XXVI. Dell'uniforme dilatazione dell'aria per ogni grado di calore, cominciando sotto alla temperatura del ghiaccio fin sopra quella dell'ebollizione dell'acqua: e di ciò che sovente fa parer non equabile tal dilatazione, entrando ad accrescere a dismisura il volume dell'aria: Ved. *Annali di Chimica* cit. T. IV. pag. 227. (1793.).

XXVII. *Account of some discoveries made by M.* Galvani *of Bologna*; *with experiments and observations on them. In two letters to M.* Tiberius Cavallo *F. R. S.* = Philosophical Transact. cit. Par. I. 1793. pag. 10.

1794. XXVIII. Nuova Memoria sull'*elettricità animale* esposta in alcune lettere al Sig. Anton. M. Vassalli: Lett. I. nel *Giornale Fisico-Medico* cit. T. X., ossia II. del 3.° anno (1794.) pag. 248., e negl'*Annali di Chimica* cit. T. V. pag. 132. (1794.) = Lett. II. allo stesso nel giornale sudd.° T. XI. ossia III. del 3.° anno pag. 97., e negl'annali cit. T. VI. pag. 142. (1794).

1796. XXIX. Lettera III. sull'*elettricità animale* diretta allo stesso Sig. Vassalli: Ved. gl'*Annali* sopracit. T. XI. pag. 84. (1796.).

1797. XXX. *Expériences sur l'électricité dite animale*: Annales de Chimie Vol. XXIII. pag. 276. Paris.

XXXI. Estratto della I. Lettera al Prof. Green d'Hala sul Galvanismo, ossia sull'elettricità eccitata dal contatto de' Conduttori dissimili: *Annali di Chimica cit.* T. XIII. pag. 226. (1797.). Lett. II. allo stesso in continuazione della precedente *idem* T. XIV. pag. 3. (1797). Lett. III. al medesimo sullo stesso argomento *idem* pag. 40.: vedi inoltre *les Annales de Chimie* cit. Vol. XXIX. pag. 91. a Paris (an. 1799.), e *le Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire naturelle et des Arts par.* I. C. De-Lamétherie T. XLVIII. pag. 336. (an. 1799.) *a Paris.*

1800. XXXII. Lettera al Prof. L. Brugnatelli sopra alcuni fenomeni chimici ottenuti col nuovo apparecchio elettrico: V. *Annali di Chimica* cit. T. XVIII. pag. 1. (1800).

XXXIII. Lettera al Sig. Consigliere D. Marsiglio Landriani sopra l'Elettrico, *idem* pag. 7.

XXXIV. *On the Electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds* = Philosoph. Transact. cit. (1800). part. II. pag. 403. in a letter to the Rt. Hon. Sir Ioseph Banks Ba. K B. P. R. S. Questa Memoria interessantissima è scritta in francese. Veggasi anche la Description de nouvel appareil électrico-galvanique ec. nel *Journal de Physique* ec. cit. par De La-Métherie Paris (1800.) T. LI. pag. 334, *e nella Bibliotéque Britannique Sciences et Arts* (1800.) Vol. XV. pag. 3.: e nel *Journal de Nicholson, Account of the new electrical* ec. nel Luglio (1800.) Londra.

Digitized by Google

1801. XXXV. *Extrait d'une lettre au C. Dolomieu sur quelques tentatives pour rendre l'appareil galvanique encore plus comode:* Bulletin des Sciences par la Societé philomatique a Paris N.° 54. pag. 48. (Ann. IX. 1800-1801.).

XXXVI. *Lettre* a I. C. De La-Métherie *sur les phenomenes galvaniques*: Journal de Physique ec. cit. (Ann. X. 1801.-1802.) T. LIII. pag. 309. La medesima in italiano col titolo *Sopra gli Elettromotori* negl'*Opuscoli Scelti cit.* di Milano T. XXI. pag. 373. (1801.). Questa Memoria è interessantissima ed è come la prima parte della seguente stata letta dal Volta all'Istituto Nazionale di Francia nel Novembre 1801.

1802. XXXVII. *De l'électricité galvanique,* ossia *le fluide galvanique ne différe point de fluide électrique*: Annales de Chimie cit. Paris (Ann. X. 1801.-1802.). Vol. XL. pag. 225. La medesima Memoria col titolo *sull'identità del fluido elettrico col fluido galvanico* ritrovasi negl'Annali di Chimica di Pavia cit. T. XIX. pag. 38. (1802.) colla continuazione, la quale manca negl'Annali di Chimica di Parigi, inserita nel T. XXI. *idem* pag. 163. (1802.).

XXXVIII. Articolo di Lettera al Prof. L. Brugnatelli sopra alcuni fenomeni elettrici, *idem* pag. 79.

XXXIX. Lettera allo stesso sopra l'applicazione dell'elettricità ai sordi-muti dalla nascita, *idem* pag. 100.

XL. *Reponse aux observations* de Nicholson *sur ma* (Volta) *théorie,* intorno cioè ai fenomeni elettrico-galvanici: Bibliotéque Britannique cit. Vol. XIX. Sciences et Arts 1. part a pag. 274., 2. part a pag. 339. (Ann. X. 1801.-1802.). Vedi inoltre les Annales de Chimie a Paris Vol. XLII. pag. 280. (Ann. X. 1801.-1802.): *reponse à quelques objections* ec.

1805. XLI. Lettera al Sig. Configliachi Prof. nell'Università di Pavia sopra le esperienze ed osservazioni da intraprendersi sulla *Torpedine* = *Annali di Chimica di Pavia* cit. T. XXII. pag. 223. (1805.).

1806. XLII. Estratto d'un suo Manuscritto in cui viene dimostrata insussistente l'opinione del Sig. Pacchiani esposta nel 1805. sulla genesi dell'acido muriatico ossigenato (clorino) e dell'alcali nell'acqua sottoposta all'azione degl'Elettromotori, pubblicato nel *Saggio di naturali osservazioni sull'elettricità Voltiana* del D. Giuseppe Baronio a pag. 192., Milano presso Pirotta e Maspero (1806.).

XLIII. Memoria sopra la grandine: Ved. le *Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano, Classe di Fisica e Matematica* T. I. P. II. pag. 125. Bologna (1806.). Questa pregevolissima Memoria, che può dirsi la XI. Lettera *meteorologico-elettrica,* trovasi pure inserita nel *Giornale di Fisica, Chimica, e Storia Naturale* del P. L. Brugnatelli, 1.° Bimestre pag. 31., 2.° Bim. pag. 129., e 3.° Bim. pag. 179. Pavia (1808.), e nel *Journal de Physique* ec. cit. par De La-Métherie T. LXIX. pag. 289. e 333. (1809.).

1810. XLIV. Estratto d'una lettera relativa alla Memoria del Chimico Sig. Porati, *sulla possibilità d'un'accensione spontanea.* Milano presso Gio. Bianchi (1810.) in 8.°

AGGIUNTA [1].

1771. I. *Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus: seu de corporibus etero-electricis quae fiunt idioelectrica experimenta atque observationes* Alexandri de Volta *Patricii Novocomensis*: in 8°. Como nella stamperia Caprana (1771).

---

[1] *Tale aggiunta appare in un foglietto stampato applicato con ceralacca all'ultima pagina della Memoria stampata, esistente nel Cart. Volt.* L. 33. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

1776. II. Proposizioni e sperienze di Aerologia che nel R. Ginnasio dimostrerà pubblicamente il sig. D. Giuseppe Jossi colla direzione del sig. D. Alessandro Volta R. Professore di Fisica sperimentale, Reggente delle pubbliche scuole; in 8° grande Como (1776). Quest'opuscolo merita distinta menzione nel catalogo delle opere del Volta, perchè fa conoscere quant'egli fosse esperto nella chimica *pneumatica* in allora nascente, e quanto contribuisse ai di lei progressi.

1783. III. Nella traduzione italiana del *Dizionario di chimica* di Magner fatta dal celebre G. A. Scopoli in Pavia (1783), gli articoli *sui Gas e sul Calorico* furono dal VOLTA aggiunti come appendice al testo originale.

1807. IV. Lettera responsiva del sig. C. A. Volta ec. diretta al Dott. Attilio Zaccagni a Firenze intorno al fenomeno d'un *Ignivomo*. Vedi il *Giornale Pisano* t. VI, n. 18, p. 404.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXVI.

CONTINUAZIONE

ALLA

MEMORIA SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL COSÌ DETTO FLUIDO GALVANICO, ECC.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt. **J 70.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA:

J 70 probabilmente forma parte di una minuta anteriore alla compilazione del Testo della Memoria sull'identità (N° 35) che comprendeva anche lo Studio degli effetti fisici e chimici della Pila dal punto di vista della dimostrazione dell'identità e contiene lo studio di tali effetti con qualche ripetizione d'argomenti già esposti.

In uno dei fogli sparsi di J 75 (vedi N° 35) trovasi il frammento di un indice preparato dal V. per la Memoria sull'identità, un articolo del quale corrisponde agli ultimi due della Memoria sopracitata, e l'ultimo al contenuto di questo numero.

Si pubblica integralmente il Mns J 70 eccettuata l'ultima pagina staccata dal Mns, che presenta caratteri e inchiostro differenti e che si connette al testo del Mns L 27 (vedi N° XXXV).

Per ordine di tempo e di argomento qui troverebbe posto la lettera all'Aldini del Gennajo 1806 (?) (Minuta in Cart. Volt. E 62) che si rimanda all'Epistolario.

Digitized by Google

Digitized by Google

J. 70 (*segnato col foglio* 3 *dal V.*)

....ad 1. sol grado, in meno di $^1/_{10}$ o di $^1/_{20}$ di secondo, come fa uno di tali apparati elettromotori composto di 60. coppie metalliche?) Codeste sì luminose sperienze, e al sommo istruttive, che il VOLTA avea eseguite fin dall'estate scorsa soltanto con batterie di pochi piedi quadrati di armatura, e che eccitò il Dr. Van MARUM direttore del Museo di Teyler à Harlem, a ripetere molto più in grande con quelle necessarie attenzioni che non mancò di suggerirgli, lo furono infatti con pieno successo e conforme all'aspettazione, verso la fine di Novembre dell'anno scorso; come riferisce il prefato Fisico Ollandese in una lunga lettera all'istesso VOLTA, inserita ne' sopracitati *Annales de Chimie*. Caricava egli nel più breve tempo possibile, in $^1/_{20}$ circa di secondo, con un apparato a colonne, formato di 200 paja di lastre una batteria di circa 140. piedi quadrati di armatura, e ne avea delle violente scosse che arrivavano fino alle spalle.

Non resta più dunque alcuna difficoltà per ispiegare i fenomeni fin qui osservati, col solo impulso dato al fluido elettrico dal contatto de' metalli diversi negli apparati elettro-motori di VOLTA, sian quelli a colonna, siano gli altri a corona di tazze, che sono costrutti sui medesimi principj; il quale incitamento e moto del fluido elettrico è dimostrato con esperienze dirette, e dimostrato pure che tale elettricità è sufficientemente valida a produrre gl'indicati fenomeni, e segnatamente le commozioni, commozioni che solo per mancanza di cognizione de' giusti principj di elettrometria han potuto sembrare troppo forti in paragone degli altri segni elettrici. Ed ecco a che si riduce il preteso *Galvanismo*: nome, che dovrebbe ormai abbandonarsi, assieme all'idea di qualsiasi altro agente, che non ha mai potuto essere che immaginario.

Come la commozione è più forte, le altre cose pari, in ragione ch'è più grande il numero delle coppie metalliche, di cui è costrutto l'apparato elettromotore, tantochè ove per l'azione di una coppia sola si convellono solamente i membri di una rana, o i muscoli di altro animale, che trovinsi convenientemente spogliati degli integumenti, o snudati i loro nervi; per l'azione di 10. 20. coppie, ec. la commozione si fa sentire a membri, e corpi intieri di

Digitized by Google

animali più grossi senza alcuna preparazione di parti, alle mani e braccia di una o più persone; così anche le sensazioni, di sapore sulla lingua, e di chiarore negli occhi, riescono più vive e intense non però a proporzione, quanto si aspetterebbe: che se l'apparato composto di un maggior numero di coppie sia più attivo la sensazione di sapore sulla apice della lingua confondesi con quella di un pizzicore o dolor pungente più o men molesto. Per ciò che è del bruciore nelle altre parti sensibili del corpo, esso tarda a comparire se la pelle è asciutta e l'apparato non contiene più di 12. 15. o 20. coppie, un tal bruciore non spunta, che a capo di alcuni secondi; *sensibili del corpo diviene fortissimo* [1]: applicando per esempio a qualsisia parte del volto una delle estremità della pila (chiameremo così con i Francesi per brevità l'apparato a colonna), singolarmente l'estremità, che manifesta l'elettricità negativa, od un conduttore metallico procedente da cotal estremità, mentre con una mano umida si mantiene la conveniente comunicazione coll'estremità opposta, spunta a capo di alcuni secondi un più o men vivo bruciore sulla parte del volto toccata, secondo che questa è la palpebra, il naso, la fronte, la guancia, o il mento; e nell'istesso tempo appare negl'occhi un chiaro fulgore, o come un cerchio luminoso tanto più vivo, quanto la parte del volto toccata è più vicina all'occhio e molto più ancora se sia il bulbo medesimo. Questo fulgore è passaggiero; all'incontro il bruciore continua, e si fa anzi più intenso e penetrante, persistendo nel contatto; che se la pila sia di 40. o più coppie, e ben in ordine, il bruciore simile a morsicatura si fa sentire all'istante e alla prima è già così rabbioso, che la durata ne diviene intollerabile. Compajono anche, continuando, o ripetendo l'esperienza delle macchie rosse più o men larghe sulla pelle così irritata, e fino de' bottoncini tantochè si ha l'effetto di un rubefaciente.

È assai curioso che il bruciore cagionato dall'estremità dell'apparato che manifesta l'*elettricità negativa*, ossia che tira a sè il fluido elettrico, sia molto più forte e cocente di quello che cagiona l'estremità dotata dell'*elettricità positiva*, e che caccia avanti esso fluido; laddove per le sensazioni di sapore è tutt'al contrario, riuscendo assai più vivo e intenso il sapor acido dell'elett.ª positiva che l'alcalino della negativa. La differenza nel bruciore e dolor piccante è più del doppio, e del triplo: pure la *tensione* all'elettrometro è di egual forza, ed eguale la rapidità della corrente che sorte da un capo dell'apparato ed entra dall'altro. Tali fenomeni tengono all'economia animale, e non è facile a spiegarli.

Non è quì il luogo, e a noi non spetta di ricercare, se, come, e quanto

---

[1] *Tali parole in corsivo appaiono nel ms., che è una minuta ripetutamente corretta: si ha ragione per credere che esse non vennero dal V. cancellate nella definitiva correzione della minuta in oggetto.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

l'applicazione di questa incessante elettricità possa divenir utile alla Medicina. Diremo soltanto che il mezzo, che questo nuovo apparato ci offre di amministrare col maggior comodo che desiderare si possa un'elettricità blanda, ma però anche attiva, e continua, la quale si sostiene quanto tempo si vuole, per ore, per giorni, senza bisogno nè di operatore, nè di assistente; la quale stimola le parti esterne ed interne, che si vogliono stimolare, dirigendosi a volontà, colla conveniente applicazione de' conduttori, la corrente di fluido elettrico, e stimolandole eccita la loro sensibilità od eccitabilità, le scuote, ed altera insignemente, sembra promettere migliori successi, che coll'elettricità delle faticose macchine ordinarie: quali successi attendiamo dal tempo, e dalle sperienze ben dirette che s'intraprenderanno da' periti nell'arte. Diremo ancora che alcune di tali sperienze si sono effettivamente intraprese, e che si vantano già in varie parti dell'Europa e più di tutto in Germania delle cure mirabili fatte coll'apparato elettro-motore di VOLTA, singolarmente sopra a dei sordi.

Lasciando noi ai Medici assistiti dai lumi della Fisica di verificare e promovere questi utili tentativi e ricerche, parleremo di un altro stupendo effetto, che producono gli apparati Voltiani, e che appartiene alla sola Fisica, e se si vuole anche alla Chimica: questo è la fusione, che si opera de' fili e fogliette metalliche accompagnata dallo sprazzo di crepitaranti faville, singolarmente la fusione, e combustione del ferro, in forza della corrente elettrica mossa da cotesti apparati. Per tali sperienze riesce meglio l'apparato a colonna, ossia la pila, che quello a corona di tazze; e giova assai che i piatti metallici, e i dischi umidi interposti sian grandi molto, cioè di 5. 6. 8. pollici di diametro, e questi ben intrisi di qualche buona soluzione salina: ottima è quella di muriato d'ammoniaca, volgarmente sal ammoniaco. Allora 6. od 8. 10. coppie metalliche bastano già per far abbruciare la punta di un filo di ferro sottilissimo, e fargli lanciare delle scintille sprizzanti; il qual filo di ferro faccia o da solo o con altri metalli l'arco conduttore dal piede alla testa della pila. Crescendo il numero de' piatti metallici e de' dischi umidi grandi, il fil di ferro si fonde e abbrucia per qualche tratto di lunghezza, e sempre più a norma del numero di quelli, e si fondono anche delle fogliette d'oro, d'argento, ec. In questa guisa è riuscito al dr. Van MARUM con una pila di 200. paja di cotai grandi piatti, e dischi umidi parimenti grandi, di fondere in globetti 23. pollici di filo di ferro, e di arroventarne tutt'al lungo uno di 33. poll. (veggasi la di lui lettera al VOLTA sopracitata).

È ben sorprendente, che i grandi piatti coi grandi dischi umidi, tanto potenti per fondere i fili e fogliette metalliche, non valgano, per ciò che è della commozione, e dei segni all'elettrometro, più dei piccioli piattelli. Sessanta paja es. gr. di quelli, aventi 6. od 8. pollici di diametro e 60. di questi larghi solamente un pollice, o meno, movono egualmente di un grado circa

Digitized by Google

l'elettrometro a pagliette di VOLTA, e danno una scossa pur eguale, che è forte sì ma tolerabile. Or come va, che coi primi, cioè coi grandi si giunge a fondere un lungo tratto di filo di ferro, e a fargli scagliare tutt'intorno vivissime scintille crepitanti; e coi secondi piccioli non si ha nulla di simile: o appena la punta acutissima del filo di ferro si fonde e lancia qualche scintilluzza? senza crepito sensibile? D'altra parte come può farsi, che quella scarica, ossia corrente elettrica de' larghi piatti cotanto rapida e copiosa da fondere un lungo tratto di filo di ferro, venendo ad attraversare le braccia di un uomo non lo atterri, e non lo scuota, che tolerabilmente?

A questa difficoltà va incontro il nostro VOLTA, e le risolve pur felicemente, col mostrare, che la grandezza delle lamine metalliche, come la loro forma, nulla influisce alla *tensione elettrica*; che questa tensione è in ragione semplicemente del numero delle coppie metalliche poste in serie, ciascuna delle quali, sia grande, sia picciola, dà un impulso eguale al fluido elettrico; che questa tensione è sempre in ragione di $^1/_{60}$ circa di grado per coppia· se esse sono di rame e zinco, come appunto fan vedere le prove coll'elettro metro; che per conseguenza tutto il vantaggio delle pile a grandi piatti viene dalla larghezza de' dischi umidi interposti ad ogni coppia di quelli; non già che questi strati umidi agiscano notabilmente accrescendo l'impulso al fluido elettrico (la loro azione se non è nulla è così picciola da potersi trascurare); ma perchè lasciano passare, in grazia della loro larghezza, più liberamente la corrente elettrica incitata e mossa dal mutuo contatto de' metalli diversi; giacchè convien $\begin{matrix}\text{notare}\\ \text{persuadersi}\end{matrix}$, che l'acqua è un imperfettissimo conduttore, e molto pure imperfette le soluzioni saline, sebbene assai più permeabili al fluido elettrico, che l'acqua semplice, come queste, e molte altre sperienze lo dimostrano; e considerare quanto ad aprirgli una più facile ed ampia via, ossia a ritardar meno la sua corrente, può giovare, e giova infatti la larghezza di cotali strati umidi.

Non è dunque propriamente la larghezza delle lastre metalliche; ma sibbene quella de' strati umidi con cui si combaciano, che fa, ossia permette, che la corrente elettrica sia tanto rapida, anche per un numero non molto grande di codeste combinazioni, da fondere de' fili e fogliette metalliche, ed abbruciare il ferro. In prova di che, se si ritengano le medesime grandi lastre, ma si facciano comunicare le coppie l'una all'altra, soltanto con piccioli bollettini di cartone o di panno inzuppati nell'istesso liquore salino, non si ottengono più quelle fusioni, e combustione del ferro. Gli è così, che i conduttori umidi applicati per piccola estensione di superficie a' conduttori metallici, come di 1. pollice quadrato, o poco più, o ristretti comunque nel loro prolungamento, ritardano di molto la corrente elettrica: non tolgono però con questo nè diminuiscono i segni all'elettrometro, nè la carica delle

Digitized by Google

boccie, e del Condensatore, arrivando tali segni, e tali cariche al medesimo punto, con qualche maggior dispendio di tempo solamente, il quale però è così breve ancora, che non può notarsi. Per poterlo notare vi vuole che i bollettini oltre esser piccioli, siano quasi asciutti: allora vi va uno o più minuti secondi per caricare all'istessa *tensione* della pila il Condensatore, una boccia di Leyden, e più una batteria: allora non è più possibile di avere neppure la scossa da essa pila, e solo può ottenersi dalla batteria caricata con essa.

Riguardo al non prodursi della pila a larghe lastre quella terribile scossa, che pare ci dovremmo aspettare, vedendo fondersi dalla corrente elettrica di essa pila il ferro, ec. ci fa riflettere il VOLTA, che il corpo medesimo della persona ch'entra allora nel circolo, è un conduttore molto imperfetto; che le braccia entro cui dee passare quella corrente, per la loro lunghezza, e non sufficiente larghezza, rallentano non poco tal corrente continua, cosicchè allora non è più la medesima corrente, non è più quella cotanto rapida e valevole a fondere i fili e fogliette metalliche. Volete, che anche questo si provi dal vostro Autore con esperienze dirette? Eccole: abbiasi una pila a larghe lastre, e larghi dischi ben intrisi di liquor salino in numero di 30. o 40. la quale pila accenda e fonda a meraviglia il capo di un fil di ferro accostandolo al contatto di un'estremità di essa pila, mentre l'altro capo tiensi in perfetta comunicazione immediata coll'altra estremità. Subentri adesso una persona, la quale comunichi nel miglior modo con una estremità della pila, e porti la punta dell'istesso filo di ferro bene stretto in una mano umida a contatto dell'altra estremità; la persona avrà una scossa ma moderata, e il filo non darà alcun segno di fusione: e perchè ciò, se non perchè la corrente elettrica è resa molto men rapida dall'interposizione nel circolo conduttore della persona? Or questa corrente men rapida, come non è più da tanto di fondere o far scintillare la punta di un sottil filo di ferro; così neppure può dare una scossa troppo violenta alle braccia della persona che attraversa.

Rimane ancora a parlare di altri fenomeni, che ci presenta l'apparato elettro-motore, i quali fenomeni, in gran parte nuovi, interessano singolarmente la Chimica; e che si è preteso, benchè a torto, non poter essere prodotti dall'elettricità delle macchine ordinarie: onde si è voluto inferire anche da questo essere l'agente galvanico altra cosa che la semplice elettricità. I principali di questi fenomeni, e i più sorprendenti sono, lo sviluppo dall'acqua, in cui pescano due fili metallici, e fanno parte del circolo, ossia arco scaricatore, lo sviluppo, dico, di una lunga serie continuata di bolle di *gas idrogeno*, attorno al filo, in cui, secondo la direzione della corrente, entra il fluido elettrico, e di altre bolle non così copiose di gas ossigeno attorno al filo, da cui sorte esso fluido, qualora questo filo non sia ossidabile, cioè d'oro, o di platina; giacchè se sia d'argento, o di altro metallo ossidabile, l'ossigeno in luogo di prendere la forma di gas si combina con esso metallo, e vien formando visibilmente dell'ossido in quantità.

Digitized by Google

Questi fenomeni, che dietro la descrizione inviata dal VOLTA alla Società Reale di Londra del suo apparato, elettro-motore, e delle principali sue sperienze con esso, in Marzo del 1800, scoprirono alcuni mesi dopo i Fisici Inglesi NICHOLSON, e CARLSLILE, [1] non provano nulla a ben considerare le cose contro l'identità del fluido elettrico e galvanico; invece possono formare qualche obbjezione alla teoria della composizione dell'acqua, e farne dubitare; certo almeno danno dell'imbarazzo a chi la sostiene, per ispiegare come trovandosi anche in vasi distinti i due fili metallici, si svolga solo gas idrogeno nell'uno, e nell'altro solamente dell'ossigeno. Cosa dunque diventa o dove va l'ossigeno di quella prima acqua, e l'idrogeno di questa seconda, se l'acqua è composta dell'uno e dell'altro? CRUIKSHANK, FOURCROI, e VOLTA medesimo congetturano, che mentre una delle basi dell'acqua si svolge a' limiti di un filo metallico, e resta nel rispettivo suo vaso, l'altra base possa venir assunta dal fluido elettrico, e con esso lui trasportata invisibilmente nell'altro vaso, comunque lontano e comunicante per mezzo di qualsisia conduttore, per essere quivi deposta in contatto dell'altro filo, in cui truovi angusto passaggio. Ma che è cosa ben dura a digerirsi, che una base solida e ponderabile, quali sono tanto l'idrogeno, quanto l'ossigeno, possa (ajutata come si voglia dal fluido elettrico) tragittare per corpi solidi, nel caso che questi facciano l'unica comunicazione da un vaso all'altro, come accade in certe esperienze fatte a questo intendimento: e certo la Fisica e la Chimica non offrono alcun esempio simile, onde nè la Fisica, nè la Chimica potrà facilmente accomodarsi di una tale spiegazione.

BERTHOLLET, ed altri propongono un'altra spiegazione, ed è, che l'acqua possa soffrire molta diminuzione, sia dell'uno, sia dell'altro de' suoi componenti, idrogeno, ed ossigeno, senza perdere la natura di acqua. Ma oltre che havvi qualche difficoltà per ammettere cotal mutata proporzione de' principj costituenti l'acqua, salva la sua natura quando pur succedesse una tal sottrazione dell'uno o dell'altro di essi principj, dovrebbe certo avere i suoi limiti, e de' limiti ristretti anzichenò. Eppure lo svolgimento di solo gas idrogeno da poi acqua in uno dei vasi, e di solo ossigeno nell'altro, in cui pescano i rispettivi fili metallici, continua de' giorni; e non si è ancora trovato che finalmente cessi, come in tal ipotesi dovrebbe pur accadere.

Del resto, che simile svolgimento di gas dalla punta di fili metallici sottili possa ottenersi anche colla corrente elettrica eccitata, e mantenuta dal giuoco di una macchina elettrica ordinaria (il che si negava) è stato dimostrato da nuove sperienze fatte ultimamente in Inghilterra, onde cade del tutto l'obbiezione poco sopra accennata contro l'identità del fluido elettrico e galvanico, e manca affatto l'appoggio, che se ne volle trarre, all'opinione,

[1] *Trattasi di* CARLISLE. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

che ad un altro agente diverso dall'elettrico, al più associato a questo, sian dovuti i descritti effetti chimici, che produce l'apparato Voltiano. Che se questo la produce più in grande, e più facilmente, sviluppa cioè maggior quantità di gas idrogeno, e d'ossigeno, e non solamente dalle sottilissime punte metalliche, come fa la Macchina elettrica ordinaria, ma da una considerabile superficie di fili metallici non sottilissimi; ciò succede perchè la corrente continua di fluido elettrico eccitata e mantenuta da tal apparato, è molto più copiosa che quella proveniente da una macchina elettrica anche delle più generose; come si è mostrato più sopra colle prove del molto maggior tempo richiesto da queste macchine che non da quell'apparato per caricare a un dato grado eguale le batterie, ec.

Quella opinione erronea di un agente diverso dall'elettrico appoggiavasi molto anche all'osservazione, che gli effetti della pila, singolarmente le commozioni, riuscivano molto più forti, ove i dischi umidi, invece di essere intrisi di acqua semplice, lo fossero di qualche soluzione salina, come l'istesso VOLTA l'avea fatto osservare. Pretendevano i sostenitori del fluido galvanico diverso dall'elettrico, che l'azione movente un tal fluido si esercitasse nel combaciamento dell'acqua o del liquor salino coll'uno e coll'altro metallo, anzichè nel mutuo contatto di questi metalli diversi; che quelli tra i liquidi fossero i migliori, che erano più ossidanti, e l'uno dei due metalli tanto migliore esso pure, quanto più ossidabile, onde l'eccellenza dello zinco; insomma che il processo d'ossidazione fosse la causa producente, o movente il fluido da essi chiamato galvanico.

Ma VOLTA avea già da lungo tempo, e con esperienze dirette dimostrato, che il mutuo contatto di due metalli diversi, assai più che quello di un liquido con un metallo, eccita e mette in moto il fluido in questione; e che questo fluido è il vero e genuino fluido elettrico; avea ciò dimostrato in molte guise, fin co' segni dell'elettrometro, come abbiam già fatto osservare. In seguito col moltiplicare le coppie metalliche interpolandole di conduttori umidi (nel che consiste il nuovo maraviglioso apparato). Il medesimo ha veduto crescere in proporzione i segni elettrici fino ad ottenere e commozioni, e scintilla: ha scoperto sibbene, che le commozioni sono molto più forti ove gli strati umidi interposti alle coppie metalliche in luogo di essere di acqua pura, siano liquidi salini, e che alcuni tra questi riescono assai meglio di altri; ma non ha trovato che abbia luogo il preteso rapporto tra l'ossidazione e gli effetti della pila, neppure riguardo alla commozione: la potassa liquida (per recare alcun esempio) riesce meglio, non che dell'acqua semplice, di alcuni altri liquidi più atti ad ossidare sia lo zinco, sia lo stagno; e una pila, le di cui coppie metalliche sieno di argento e piombo, agisce assai bene ove i dischi interposti a tali coppie sieno intrisi di acido sulfurico che non ossida sensibilmente nè l'uno nè l'altro di questi metalli. Ha trovato infine,

Digitized by Google

che, l'impulso dato al fluido elettrico è presso a poco dell'istessa forza, e che ne risulta la stessa *tensione*, sieno i dischi imbevuti di una soluzione salina, o di acqua semplice,.... ciò verificato col giudizio infallibile dell'elettrometro.

Quanto alla commozione, se questa è molto più debole, ove gli strati umidi siano di acqua semplice, che di acqua salata, ciò proviene unicamente da che tutti i liquidi sono conduttori molto imperfetti come già notammo, e l'acqua semplice un conduttore imperfettissimo, molto peggiore dei liquori salini. Con questi dunque intanto solo si ottiene una più forte commozione, in quanto traducono meglio, ossia ritardano meno la corrente elettrica. Del resto l'ossidazione non è altrimenti causa, ma piuttosto effetto dell'elettricità, che nelle sperienze della pila ha sicuramente luogo, e produce tutti gli altri fenomeni: o a dir più giusto, essa ossidazione è in parte indipendente da quell'elettricità, in quanto cioè si opera per azione propria di que' tali liquidi sopra que' tali metalli; e in parte dipendente, in quanto è da codesta elettricità medesima validamente promossa ed accelerata, come ci si fa vedere.

I sopra mentovati fenomeni dello sviluppo di gas idrogeno attorno ad uno de' due fili metallici pescanti nell'acqua e formanti parte dell'arco conduttore, a quello cioè in cui entra il fluido elettrico, e dell'ossidazione dell'altro da cui sorte, qualor ne sia suscettibile, (che se non lo è, s'egli è od oro, o platina, svolgesi quì pure l'ossigeno in forma di gas, come si è fatto osservare), non sono già i soli effetti chimici, che si osservano. Vi è dippiù la produzione di un acido, che sembra essere il nitrico dalla parte del filo ossidante che corrisponde all'elettricità positiva e di un alcali, che è l'ammoniaco dalla parte del filo idrogenante corrispondente all'elettr.ª neg. il che si spiega facilmente per l'azoto, che trovasi nell'acqua, e che là combinandosi coll'ossigeno può formare appunto l'acido nitrico, e quì combinandosi coll'idrogeno l'ammoniaca. Vi è la revivificazione degli ossidi, o sali metallici dalla parte del filo idrogenante; la decomposizione del muriato di soda, e di altri sali, dell'acido sulfurico, ec. Insomma ci si apre un vasto campo di ricerche chimiche, e di nuovi fatti, che potranno recare molto lume alla scienza, e portarci ad ulteriori scoperte.

La natura di quest'opera, e i limiti che ci siamo prescritti non ci permettono di estendere maggiormente quest'articolo, già troppo lungo, del *Galvanismo* con entrare in più particolari dettagli. Lo termineremo dunque col ripetere, che un tal nome improprio per il senso equivoco che presenta, per le false, e strane idee, che vi si sono attaccate, vuol essere assolutamente riformato, e il soggetto rimesso agli articoli dell'Elettricità, cui semplicemente appartiene.

Digitized by Google

XXXVII.

ESTRATTO DI UN MANOSCRITTO

SULL' INSUSSISTENZA DELLA GENESI DEL CLORINO E DELL'ALCALI NELL'ACQUA SOTTOPOSTA ALL'AZIONE DEGLI ELETTROMOTORI.

1806.

FONTI.

Stampate.	Manoscritte.
Bar. Saggio pg. 102. Ant. Coll. T. II. P. II. pg. 289.	Cart. Volt.: **J 85; J 86.**

Osservazioni.

Titolo: da Ant. Coll. Dedica da Bar. Saggio.
Data: risulta dal testo.

J 85 è la prima Minuta della nota in cui manca l'ultima parte e contiene una facciata di scritto e disegni, che si riproducono.

J 86 è la Minuta di un brano interessante sull'azione chimica dell'elettromotore, che si pubblica.

Digitized by Google

Digitized by Google

ALESSANDRO VOLTA
AL SUO ALLIEVO ED AMICO BARONIO.

È noto già da alcuni anni che due fili o lastrette d'oro, o di platina, procedenti uno dal polo positivo di un buon elettro-motore, l'altro dal polo negativo, e che comunicano fra di loro per mezzo di una massa d'acqua frapposta, in cui pescano a dovere, formando per tal guisa un arco conduttore, che compie il circolo, svolgono ne' punti del loro contatto con essa acqua il primo molte bolle di gas ossigeno, il secondo molte di gas idrogeno, anzi questo in maggior copia. È noto pure che se l'acqua che circonda l'un filo metallico è ivi confinata e ritenuta in qualche modo, sicchè facilmente non si mescoli coll'acqua, che involge l'altro (mantenendosi però in comunicazione tale da dare luogo alla corrente elettrica in giro (*x*)), compare presto o tardi in quell'acqua da cui si è svolto, e continua a svolgersi il gas ossigeno; un pochetto di acido, ed un pocolino di alcali si manifesta nell'altra acqua, da cui fassi lo svolgimento del gas idrogeno.

(*x*) Può questo ottenersi, o con due tubi chiusi nel fondo con tela, bambagia, carta, o simile altro turaccioletto, od anche chiusi con semplice vescica, col qual fondo peschino ambedue nell'acqua di un sol bicchiere, mentre pieni essi pure di acqua ricevono l'uno il filo metallico procedente dal polo positivo, l'altro quello procedente dal polo negativo; oppure facendo comunicare l'acqua di due bicchierini per mezzo di un sifone a cavalcioni, e pescare l'un filo metallico in uno di tai bicchierini, l'altro nell'altro, finalmente con un tubo solo ripiegato a forma di U, o meglio in guisa, che i due bracci verticali, che ricevono i due fili metallici facciano angolo retto con un braccio orizzontale lungo alcuni pollici, nel quale tubo due turaccioletti di bambagia occupino i due gomiti, e tengano così l'acqua dei detti due bracci verticali in certo modo separata, comechè comunicante con quella del braccio orizzontale. A queste tre si riducono le maniere praticate fin qui, quelle almeno, che sono a nostra cognizione, le quali, oltre che sono susciettibili, come si comprende, di varie mutazioni, e modificazioni a talento dello sperimentatore, lascian luogo ad immaginare anche altre maniere diverse [1].

[1] *Questa Nota trovasi in Bar. Saggio e non in Ant. Coll. forse perchè creduta del Baronio. Mentre in J* 85 *la nota trovasi tra parentesi e più concisa.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Finalmente è noto, che se il metallo procedente dal polo positivo non è oro, o platina, ma ancora argento, rame, ferro, ed altro dei metalli non nobili, poco o nulla si svolge dall'acqua, in cui egli pesca, di gas ossigeno, ma che esso metallo invece si ossida a vista d'occhio, o forma anche un sale metallico; e che di acido libero non ne compare punto: intantochè l'altro filo procedente dal polo negativo non lascia, qualunque ne sia il metallo, di far scaturire al solito dall'acqua, che lo involge, le bolle in copia di gas idrogeno, e di rendere essa acqua un poco alcalina.

Ritornando alle sperienze co' fili d'oro, o di platina, nelle quali si ottengono i due gas separatamente ne' respettivi tubi, niuno ha saputo spiegare ancora come dall'acqua, entro cui il filo metallico procedente dal polo positivo fa passare la corrente elettrica, si svolga gas ossigeno, e solo gas ossigeno; e dall'acqua confinata nell'altro tubo, e che tramanda la stessa corrente all'altro filo stendentesi al polo negativo, si svolga gas idrogeno, e solo gas idrogeno. Se l'acqua è composta, come si vuole da' fisici e chimici moderni, di ossigeno e d'idrogeno in dose di circa 85 in peso del primo, e 15 del secondo, dove va, o cosa diviene l'idrogeno del primo tubo, quella porzione, dico, d'idrogeno, che corrisponde all'ossigeno, che ivi compare? Dove va, o cosa diviene l'ossigeno dell'altro tubo, ossia di quelle molecole d'acqua, che quivi decomponendosi, dan fuori l'idrogeno in forma di gas? Queste sperienze pare che non si conciglino troppo bene colla teoria della composizione, e decomposizione dell'acqua; i sostenitori della quale han dovuto ricorrere per ispiegarle in qualche modo a delle ipotesi più o meno forzate: com'è quella, la quale suppone, che mentre l'uno dei principj costituenti l'acqua l'ossigeno, per esempio, rimane indietro, e prende la forma di gas attorno al filo d'oro, o di platina, ovvero ossida qualche altro metallo; l'altro ingrediente venga assunto dal fluido elettrico, che lo disciolga, e seco lo trasporti fino all'entrare nell'altro filo, ove coartato esso fluido elettrico nel passaggio, lo deponga, disponendolo così a prendere la forma di quell'altro gas, od a combinarsi altrimenti. In questa ipotesi, che fu avanzata cinque anni sono da FOURCROY, e che io stesso prima di lui volgeva in mente, e cercava di rendere se non plausibile, meno paradossa; in questa ipotesi, l'acqua che subirebbe la decomposizione, sarebbe quella di uno solamente dei due tubi, e quella dell'altro resterebbe intera, ed intatta.

Un'altra spiegazione egualmente forzata, e difficile ad ammettersi ne ha data BERTHOLLET, supponendo, che l'acqua possa perdere dell'ossigeno anche in quantità, come accade nel tubo, in cui svolgesi cotesto gas, e così pure perdere dell'idrogeno, come avviene nell'altro tubo, senza cessare perciò di esser acqua nè l'una nè l'altra, senza snaturarsi, alterandosi soltanto in qualche maniera, e più o meno per tali mutate proporzioni de' suoi ingredienti. Spiegazione, dico, forzata, dopochè sopra le supposte costanti proporzioni

Digitized by Google

di 85 di ossigeno, e 15 d'idrogeno, è stata principalmente fondata dai moderni chimici la teoria della composizione, e decomposizione dell'acqua; inammissibile poi quando si osserva, che lo svolgersi anche da poca acqua, o il solo gas ossigeno, o il solo gas idrogeno in quantità non picciolissima, dura delle ore e dei giorni, ove continui energica l'azione dell'elettro-motore, o essendosi infievolita, se ne sostituisca un altro più potente.

Mancando una spiegazione soddisfacente di cotal comparsa separata dei due gas, che è il primo fenomeno a presentarsi, non è meraviglia, che non s'intenda neppure l'altro fenomeno susseguente, cioè la comparsa parimenti separata dell'acido nell'un tubo, e dell'alcali nell'altro; intorno a che sono state ancora più varie, e più disparate le opinioni, e regna tuttavia una grande oscurità, comechè siamo venuti in cognizione di alcuni nuovi fatti, e scoperto siasi più d'un errore? Tratteniamoci un poco su questo soggetto.

La picciolissima quantità sì di acido, che di alcali, che si era potuto ottenere in tali prove, anche con elettro-motori molto attivi, anche protraendone l'azione sopra l'istessa picciola quantità d'acqua ad ore, e giorni, non ci avea concesso di poter determinare di quale specie fosse l'acido, e di quale l'alcali. La maggior parte de' fisici, e chimici congetturavano, ed io stesso opinava, che incontrandosi per avventura nell'acqua sottoposta a codeste esperienze più o meno di gas azoto, un residuo cioè di questo, quand'anche si fossero adoperati mezzi per ispogliarla d'aria, l'acido fosse il nitrico, che potea benissimo formarsi da esso azoto, e dall'ossigeno fornitogli dal gas ossigeno ivi nascente, o diciam meglio da una parte di esso ossigeno, che all'atto di svolgersi nella decomposizione di alcune mollecole di acqua, anzichè combinarsi col calorico, onde passare allo stato di gas, si combinasse con detto azoto; e che l'alcali fosse l'ammoniaca, formata similmente dall'azoto ospitante nell'acqua, come si è detto, e da una porzione d'idrogeno, che sottratta alla quantità di gas idrogeno nascente si combinasse con esso azoto.

Il Sig. SIMON di Berlino fu il primo, che riguardo all'acido riconobbe, e pubblicò fino dall'anno 1801 (*), che esso non era altrimenti il nitrico, come comunemente credevasi, bensì il muriatico; ma avendo egli adoperato nelle sue sperienze per chiudere inferiormente i due tubi, e farli a un tempo comunicare, de' turaccioli di carne, ossia de' grossi pezzi di muscolo, credè svolto da questa sostanza animale un tal acido, e non cercò altro; nè vi fu, chi spingesse più oltre un tal ritrovato, fino a PACCHIANI Professore di Pisa, che pubblicò l'anno scorso 1805 con varie memorie alcune sue sperienze, in cui avendo ottenuto coi fili d'oro l'acido muriatico, quando ossigenato, e quando comune dall'acqua semplice, e pura, com'egli crede, ha voluto dedurne, che essa acqua contenga tutti i principj costituenti di tal acido, cioè,

(*) *Gilbert. Annalen der Physik.*

Digitized by Google

che essendo l'ossigeno, e l'idrogeno i veri, e soli componenti dell'acqua (giusta la teoria di LAVOISIER, sostenuta da quasi tutti i chimici, e fisici francesi, e ormai adottata generalmente anche fuori di Francia) lo sieno pure di codest'acido, in guisa che variando solamente le proporzioni, costituiscano o l'acqua, o l'acido muriatico ossigenato, o l'acido muriatico ordinario. Crede egli dunque PACCHIANI, anzi tiene per dimostrato, che queste tre sostanze sieno altrettanti ossidi diversi d'idrogeno; che il massimo di ossidazione costituisca l'acqua; un grado minore di ossidazione, a cui è condotta dallo svolgersene mano mano l'ossigeno in contatto del filo metallico procedente dal polo positivo dell'elettro-motore, la porti allo stato di acido muriatico ossigenato; e finalmente il minimo di ossidazione, a cui è ridotta continuandosi un tale sviluppo d'ossigeno la degradi allo stato di acido muriatico ordinario.

Codeste sperienze, e deduzioni di PACCHIANI sono state da alcuni esaltate al sommo, ed eguagliate alle più grandi scoperte, da altri depresse, contraddette, e quasi derise. Io non me ne sono ancora occupato quanto basta, nè ho fin quì dati sufficienti per decidere tutte le quistioni, ch'esse, ed altre analoghe sperienze fan nascere. Da quelle però, che ho fatte, e variate in più maniere, trovo aver molto fondamento per credere, che nè l'acido intorno al filo d'oro, o di platina procedenti dal polo positivo dell'elettro-motore, nè l'alcali intorno al filo metallico qual siasi procedente dal polo negativo, si formino dalla sostanza medesima dell'acqua involgente essi fili; ma bene, che l'uno e l'altro, quando pure vi compajono sotto l'azione di esso elettromotore (giacchè succede pure qualche volta, usando tutte le possibili attenzioni, e portandole fino allo scrupolo, onde avere l'acqua purissima, succede, dico, che non si ottenga punto o di acido, o di alcali), si trovassero già nell'acqua, avvegnachè non ne dessero indizio coi consueti artifizj chimici. Quelle tralle mie sperienze, che più conducono a così credere, sono le seguenti, per le quali mi servo quando dei due tubi chiusi in fondo con vescica, o con turaccioli di bambagia, e che pescano per un buon pollice nell'acqua di un comune bicchiero; quando del solo tubo ripiegato a forma di U con turacciolo pure di bambagia conficcato nella curvatura; quando di quello a due piegature con simile turacciolo a ciascuna, o ad una sola, od anche senza, se il braccio orizzontale è lungo abbastanza (vedi la nota *x*). Ciò basta perchè l'acqua, di cui si hanno a riempire i due tubi, o i bracci verticali dell'unico tubo ripiegato, ne' quali verranno a pescare rispettivamente i fili metallici procedenti uno dal polo positivo dell'elettro-motore, l'altro dal negativo confinata ivi, e come inceppata tengasi immobile, e non si mescoli sensibilmente almeno quella dell'un tubo o braccio, con quella dell'altro. Perciò è meglio, che i tubi sieno piuttosto stretti: se però trovinsi troppo angusti, non serviranno molto bene, per essere l'acqua, massime pura, poco buon con-

Digitized by Google

duttore del fluido elettrico, onde ne verrebbe troppo impedita la corrente. Li scelgo io dunque di due linee di diametro, o meno ancora, per le prove sull'acqua contenente una dose notabile di qualche sale, giacchè allora è molto più conduttrice, e di 3 in 4 linee per l'acqua semplice.

Sperienza I.

Comincio dunque a far le prove con riempire il tubo ripiegato, che sta da se, o i due tubi, che stanno nel bicchiero di acqua impregnata di muriato di soda (sal comune) tantochè si senta anche dalla lingua molto salata; e con introdurvi uno quà, l'altro di là ne' capi cioè opposti, due fili d'oro piuttosto grossi, o ripiegati più volte se sono molto sottili, e meglio ancora che d'oro, di platina, che trovo in molte di tali sperienze più adatta. Sottoponendo ora un tal apparatino all'azione dell'elettro-motore nella solita maniera, veggio comparir tosto lo sviluppo dei gas attorno ai respettivi fili metallici, tanto più copioso, quanto è l'elettro-motore più attivo, ma pure copioso abbastanza anche quando sia desso composto di soli otto, o dieci gruppi di rame, zinco, ed acqua salata, sol che trovisi nel migliore stato. Passato un'ora, o meno, talvolta passati pochi minuti, od un minuto solo, secondo la forza dell'elettro-motore, ecco già comparire qualche segno di alcali libero nell'acqua, in cui pescando il filo metallico comunicante al polo negativo, si è svolto, e continua a svolgersi gas idrogeno; e nell'altr'acqua, in cui pesca il filo di platina comunicante al polo positivo, e dalla quale svolgesi gas ossigeno, comparire, se non così tosto, poco dopo dell'acido muriatico ossigenato parimenti libero, oltre quello che ha potuto intaccare la platina, di che vi appare qualche segno (*). Che se l'alcali non è ancora sensibile al gusto, lo è alla prova di alcune tinture; l'acido poi si manifesta meno equivocamente per quello che è, e più fortemente, all'odor suo proprio pungentissimo, al sapore, allo scolorare piuttosto, che volgere in rosso le tinture

(*) Quando in vece del filo di platina ve n'è dentro uno d'oro, vien questo molto più attaccato dall'acido muriatico ossigenato, e va disciolgendovisi manifestamente in guisa, che in quel tubo l'acqua prende un bel color aureo citrino. Osservasi intanto, che poco in proporzione è il gas ossigeno, che si svolge, e pochissimo, se l'acqua è molto satura di muriato: anzi l'Ab. Bellani ha mostrato in un recente opuscolo su questa materia, che contiene delle belle osservazioni, e delle idee ingegnose, e noi l'abbiamo verificato, che se l'acqua è satura di muriato di soda, per molto tempo non compare punto nè di acido libero, nè di gas ossigeno attorno al filo d'oro, che vi pesca, impiegandosi, come pare, tutto l'ossigeno, che si svolge da quell'acqua ad ossigenare l'acido muriatico, e quest'acido ossigenato a sciogliere l'oro. Passato un certo tempo cominciano a comparire alcune bolle di gas, ecc.

Digitized by Google

di fiori d'alcea, di turnesole ec., al precipitare in bianco coagulo il nitrato d'argento ec.

Continuando a star sottoposto l'apparato all'azione dell'elettro-motore per delle ore, cresce notabilmente la quantità sì dell'acido, che dell'alcali libero ne' rispettivi tubi, tanto che viene accusato l'alcali (la soda) anche dal sapore amaro lissiviale, e l'acido muriatico ossigenato, quando non sia stato troppo esposto alla luce, è marcatissimo, e pungente a segno da non potersene soffrire l'odore, e il sapore, e da decolorare intieramente le tinture, ec. In fine crescono cotanto l'uno, e l'altro a capo di sei ore, e meglio di una notte intiera, ove continui tutto questo tempo l'apparato a sentire l'azione dell'elettro-motore, e a svolgersi quindi i gas attorno i fili pescanti ne' rispettivi tubi, che l'un'acqua sentesi dalla lingua solamente alcalina, e nulla più salata, com'era dapprima; l'altra solamente acida al maggior segno, e di quel tal acido penetrantissimo.

In somma è scomparso, non so in qual modo ancora, si è o distrutto, od estinto, o reso come che sia latente, nell'acqua impregnata di muriato di soda, quì, cioè in quella del tubo comunicante al polo positivo dell'elettro-motore, l'alcali; e ciò in conseguenza dello svolgimento da essa dell'ossigeno, del quale, mentre una parte si è unita al calorico, ed ha preso con ciò la forma di gas, un'altra parte, entrando in qualche altra combinazione, ha potuto soffocare, o sopire in alcun modo esso alcali, o snervarlo almeno; ed una parte ancora considerabile combinandosi all'acido muriatico lo ha reso ossigenato; là cioè nell'altro tubo comunicante al polo negativo è scomparso l'acido in virtù dello svolgimento dell'idrogeno, di cui se una gran parte è comparsa in forma di gas, è verosimile almeno, che un'altra parte si sia impiegata a disossigenare, od a smorzare, o sopire in qualsisia modo cotal acido, onde l'alcali abbia potuto comparir dominante.

SPERIENZA II.

Ripeto la prova colla sola differenza, che l'acqua è pochissimo salata, a segno che la lingua può appena sentirne il sapore, e distinguerla dall'acqua comune schietta: e il tutto succede presso a poco come nella precedente sperienza per i primi minuti, ed anche per qualche ora; ma ottenuta a capo di non molte ore, e talvolta d'un'ora sola, od anche meno una picciola quantità di acido muriatico più o meno ossigenato, secondo le circostanze, da una parte, e di alcali minerale (soda) dall'altra, quantità, che corrisponde, come pare, alla dose di muriato, che quell'acqua teneva in dissoluzione, non s'accresce più nè tal acido, nè tal alcali per quanto continui l'azione vigorosa dell'elettro-motore, e lo sviluppo copioso dei gas dall'acqua involgente i rispettivi fili metallici, per quanto continui, dico, più, e più ore, e giorni intieri.

Digitized by Google

Sperienza III.

Diminuisco ancora la quantità del muriato di soda, non ponendone che un danaro in 200. 400. 600 di acqua sufficientemente pura, che scelgo perciò distillata, o piovana. Or da quest'acqua con così poco di sale, che punto non se ne sente alla lingua il sapore, ma che però produce un precipitato sensibilissimo nel nitrato d'argento, ottengo, sottoponendola alla prova, gli stessi fenomeni sul principio; se non che men copioso fassi lo svolgimento dei gas, per essere cotal acqua quasi pura assai meno conduttrice, coibente cioè, ossia ritardante la corrente elettrica assai più dell'acqua sensibilmente salata, come con cento altre prove ho verificato. Intanto però compajono e l'acido muriatico ossigenato, e l'alcali ai rispettivi loro luoghi; solamente compajono un poco più tardi, e comparsi, che sono in quella quantità, che corrisponde alla scarsa dose di muriato posto in quell'acqua, non ne compare di più per quanto continui per ore e giorni il giuoco dello sviluppo dei rispettivi gas.

Sperienza IV.

Prendo ora acqua semplice di pozzo, o di fontana. Questa rassomiglia alla precedente, cioè all'acqua distillata, o piovana, a cui ho fatto sciogliere $^1/_{400}$, $^1/_{600}$ più o meno di muriato; vi rassomiglia in quanto non accenna un tal sale al palato, ma sibbene colla prova del nitrato d'argento, che precipita più o meno in bianco coagulo. Ebbene i fenomeni, che presenta quest'acqua sottoposta come l'altra all'azione dell'elettro-motore, sono gli stessi stessissimi.

Sperienza V.

Passo finalmente a far uso di acqua piovana, o di acqua distillata, la quale, non che essere insipida, non precipiti punto, e neppure imbianchi, od annuvoli la soluzione di nitrato d'argento; per giungere al qual grado di purezza vuol essere la seconda distillata a dovere, e di recente, altrimenti darà ancora cimentata con questo sì potente reattivo qualche segno, e indicherà di contenere pur qualche atomo di acido muriatico. Quanto all'acqua piovana l'ho trovata spesso più pura della comune distillata per avventura negligentemente, o da un pezzo e non troppo bene custodita. Or come si comporta cotal acqua la più pura, che ottener si possa, sottoposta all'azione

Digitized by Google

dell'elettro-motore come le altre acque quì sopra? Primieramente rallenta essa, per essere cattivissimo conduttore, la corrente elettrica in modo, che l'elettro-motore, malgrado un tal arco, che comunica ai suoi due poli, e compie il circolo, dà segni all'*elettrometro* poco men forti, e così ancora scosse di quasi egual polso, come se esso arco non vi fosse. Per tal rallentamento della corrente elettrica ben poco lavorano i fili metallici entro a quell'acqua, e se i tubi ov'è contenuta non sono un poco larghi, e l'elettro-motore molto potente, non si svolgono bolle intorno ad essi fili, o poche, e a stento. Conseguentemente o non compare punto nè di acido, nè di alcali in questo, e in quel tubo, o pochissimo dopo lungo tempo; e resta poi sempre pochissimo, durasse l'azione non dirò ore, ma giorni, e settimane.

Questo pochissimo però d'onde viene, se nell'acqua creduta purissima non vi era neppur un atomo di sal muriatico? Ma quì sta il tutto di provare cioè, che non ve ne fosse punto punto, il che se non si prova evidentemente, se rimane qualche sospetto, che pur se ne trovasse qualche atomo nell'acqua piovana, o distillata messa alla prova, come avanzare, non dirò con sicurezza, ma neppure con probabilità, che l'acido muriatico in un tubo, l'alcali nell'altro sian formati della sostanza medesima dell'acqua? Altronde se lo fossero, se essa acqua tutta, cioè le sue molecole proprie, od alcune soltanto, accrescendosi, o diminuendosi la dose dell'uno, o dell'altro de' suoi principj costituenti, si convertissero in acido muriatico sia ossigenato sia comune in un tubo, e in alcali nell'altro, perchè ne comparirebbe una dose tanto minima nell'acqua distillata, incomparabilmente minore cioè, che nell'acqua comune, e nell'altr'acque, che sappiam contenere un poco di muriato? Sia pure che nell'acqua pura, perchè cattivo conduttore, proceda d'ordinario molto lentamente lo sviluppo quì dell'ossigeno, là dell'idrogeno; ma può adoperarsi un elettro-motore di tanta forza, che compajano abbastanza frequenti le bolle attorno ai due fili metallici, e può continuarsi a molte ore, e giorni un tal giuoco nell'istessa acqua rinchiusa ne' due tubi; e con tutto questo saranno ancor minime le quantità di acido, e di alcali, che compariranno.

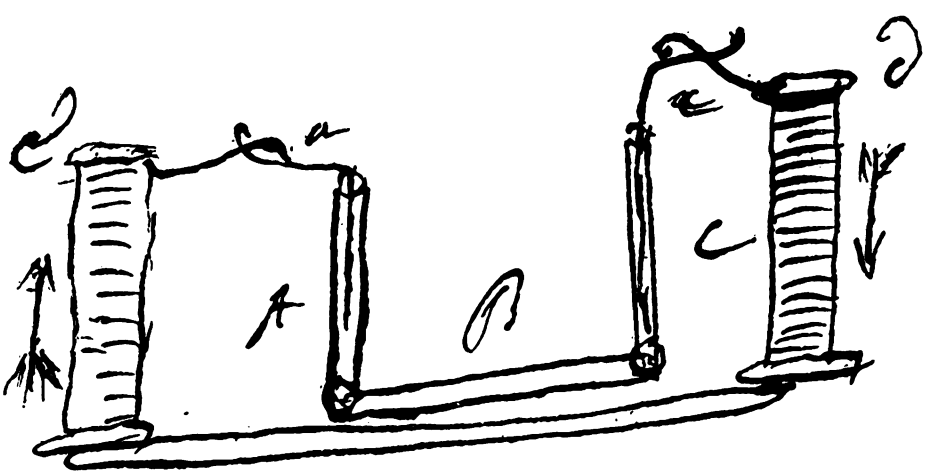
Quanto dunque è più naturale il pensare, che compaja svolgendosi quel pochissimo dell'uno, e dell'altro, che già vi era, e quanto una tal supposizione si accorda colla difficoltà, che vi deve essere di ridurre, siccome ogn'altra sostanza, così pure l'acqua ad una purezza somma assoluta?

Del resto quando io trovo, che con molto muriato messo a bella posta nell'acqua ottengo sotto l'azione dell'elettro-motore molto acido muriatico ossigenato, con poco ne ottengo poco, con pochissimo, ne ottengo pochissimo, come nelle sopra riferite sperienze istituite per un tal paragone, sono abbastanza autorizzato ad inferirne, che sta in proporzione del sale preesistente nell'acqua, l'acido che diventa libero, ed a concludere quindi, che anche

Digitized by Google

l'acqua piovana, o distillata, che ne mette fuori un minimo, ne contenesse pure qualche atomo: il che basta. Resta però a spiegare non solo riguardo a quest'ultima sperienza, ma riguardo a tutte le precedenti, come tenendo l'acqua dapprima in dissoluzione, non l'acido, o l'alcali libero, ma un muriato perfettamente neutro, compaja poi e l'uno, e l'altro libero ne' respettivi tubi. Come mai diviene in quello predominante l'acido, in questo l'alcali? Cosa diviene dunque, o cosa patisce là l'alcali per l'ossigeno, che si svolge da quell'acqua, quì l'acido per lo svolgimento dell'idrogeno; giacchè vengono come spenti, o sopiti? Quale o combinazione, o decomposizione soffron essi? Queste ed altre sono le questioni, a cui fin da principio ho confessato, che non sono peranco in grado di rispondere, e sulle quali vo meditando nuove sperienze, e tentativi per risolvere.

J 85.



Se il tubo ripiegato *A B C* contenga acqua piovana o distillata purissima, e due grossi fili di platina *a c*, i quali comunichino rispettivamente per mezzo di altri fili od asticette metalliche colle teste *D E*, di due pile moventi il fluido elettrico nella direzione che indicano le due freccie, non si otterrà che piccolissimo e tardo sviluppo di gas nei due bracci *A B*, quand'anche le pile trovinsi in ottimo stato di azione, e composte di 20. coppie di rame e zingo ciascuna.

Se all'incontro all'acqua del tubo ripiegato siasi aggiunto un centesimo di acqua satura di sal comune lo sviluppo di gas ossigeno nel braccio *A*, e di gas idrogeno nel braccio *B* sarà prontissimo, e copioso, ed a capo di un minuto l'acqua di *B* darà già segno di qualche alcalinità; ed a capo di un quarto d'ora ne darà l'acqua di *A* di acidità, e sì di acido muriatico ossigenato. Dopo

Digitized by Google

un'ora poi sarà cresciuto ne' rispettivi bracci sì l'alcali, che l'acido, e questo darà tutti i segni di acido muriatico ossigenato, massime coll'odore, che riuscirà pungentissimo, ed insopportabile.

Ciò anche servendosi di pile molto meno attive ossia formate di minor numero di coppie.

J 86.

SUL FENOMENO DELLA SEPARAZIONE DELL'ACIDO E DELL'ALCALI DATO DALLA CORRENTE ELETTRICA ATTRAVERSANTE UNA SOLUZIONE SALINA [1].

Il fenomeno singolarissimo che presenta il mio apparato elettromotore sia a corona di tazze, sia a colonna chiamato comunemente pila Voltiana, o di qualsivoglia altra forma, allorchè due fili metallici procedenti dai rispettivi poli di esso elettromotore pescando un di quà un di là in una leggier soluzione di qualche sal neutro contenuta in un tubo ripiegato, o in due vasettini comunicanti per via di panno, di cuoio, ecc. o di altro intermedio o di una lista di cartone immollata dello stesso liquore, il fenomeno dico singolarissimo e per ogni maniera sorprendente che ne presenta di accorrere cioè mano mano e raccogliersi tutto o quasi tutto l'acido dalla parte del filo metallico proveniente dal polo positivo, e l'alcali alla parte del polo negativo, sembra a vero dire favorir molto la teoria simmeriana ossia l'opinione dei due fluidi elettrici diversi moventisi da opposte bande all'incontro uno dell'altro, nè potersi comodamente anzi non potersi affatto in alcun modo spiegare ritenendo la teoria frankliniana di un fluido elettrico solo ridondante, nei corpi che si dicono elettrizzati per eccesso o positivamente, niente negli elettrizzati per difetto, o negativamente.

[2] Infatti se concepiamo che la corrente elettrica portandosi dal filo metallico che tiene al polo positivo all'altro filo attinente al polo negativo, nel suo tragitto pel liquor salino ne svincoli mano mano l'alcali dall'acido, e lo spinga, e lo trasporti come che sia, in qualsiasi modo da quella a questa parte, accumulandolo attorno al filo negativo, altra converrà pur concepire

---

[1] *In questo fenomeno che dapprima venne confuso col trasporto di sostanza scoperto da* BRUGNATELLI *nel* 1806 (*pubblicata nel* Journal de Physique et Chemie de Van Mons *e negli Annali di Ch. e Storia Naturale del* BRUGNATELLI *T. XIX*) *ma che devesi al* DAVY, *occupossi il V. immediatamente avutane notizia. Lo scritto presente può ritenersi abbia preceduto ogni altro in argomento e contiene idee che più non espresse in seguito il V.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Precede nella minuta manoscritta un periodo tronco con correzioni non definite: tale periodo si omette essendo esso completamente sostituito dal successivo.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

che una corrente in direzione opposta trasporti l'acido, che tutto o quasi tutto si raccoglie similmente dalla parte del filo positivo. Ma io concepisco la cosa ben altrimenti, e ritenendo un solo fluido elettrico, e una sola corrente, siccome molte ragioni e sperienze puramente elettriche altronde semplici e chiare e ardisco dire dimostrative, spiego cotali altre esperienze elettrochimiche, e particolarmente il fenomeno in questione nel seguente modo, il quale combina assai bene egregiamente con alcune idee di DAVY, e di altri Fisici e Chimici e colle molteplici ricerche sì loro che mie in questo nuovo ramo di Scienza.

Il liquido acquoso per cui è obbligato a tragittare il fluido elettrico, che si porta dal filo metallico positivo al negativo, essendo cattivo deferente ancorchè reso men coibente dal sale discioltovi, insomma molto imperfetto in paragone di un conduttore metallico, come viene dimostrato e dalle sperienze di cui si tratta e da mille altre non meno evidenti, avviene che nella porzione di esso liquido in cui pesca il filo metallico procedente dal polo positivo della pila, rimanga addensato il fluido elettrico, che vi si versa; e che non può abbastanza liberamente trascorrere; e al contrario nella porzione in cui pesca il filo del polo negativo si trovi il fluido elettrico diradato mercè l'assorbimento che ne fa esso filo metallico. Tali elettricità per eccesso da una parte es. gr. dalla destra banda, e per difetto dall'altra cioè dalla sinistra banda, vanno estendendosi degradatamente al di là del termine rispettivo a cui giungono i due fili metallici immersi nel liquido, e tanto si avanzano da ambe le parti che arrivano sino al mezzo circa, ove finalmente divengono insensibili.

Tutto ciò si fa nella più bella maniera manifesto se la comunicazione da un tubo o recipiente qualsiasi all'altro, facciasi a mezzo di una cordicella bagnata, o di una striscia di cartone, di panno, ecc. similmente intrisa, lunghe alcuni pollici per es. 7. In tale disposizione applicando l'elettrometro a pagliette alla lista bagnata in distanza d'un pollice dal recipiente in cui pesca, poi di 2. o 3. poll. dalla banda del polo positivo marcherà esso elettrometro segni di elettricità per eccesso di 3 gradi poi 2. 1 e a 4 poll. di distanza, cioè nel mezzo, o ivi vicino, l'elettr. non darà più segno alcuno riuscendo la tensione nulla; e così dall'altra parte darà segni degradanti di elettricità per difetto 3. 2. 1. fino al zero verso il mezzo della lista bagnata: per avere tali segni sensibili

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXVIII.

FRAMMENTI VARI

DI STUDI SUI FENOMENI E SULLA TEORIA DELL' ELETTROMOZIONE.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt. L 30; **L 31**; **J 88**; **J 89**; **J 90**; **J 91.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA:

L 30, L 31 sono due Minute in cui il V. si nomina in terza persona, la seconda delle quali (posteriore) si pubblica (vedi osservazione di A. V. J.).

J 88 sono due Minute sensibilmente diverse, con un breve tratto comune, contenenti un tentativo di spiegazione del fenomeno della elettromozione e si pubblicano entrambe all'infuori, per una di essa, del tratto comune.

J 90 breve brano su appunti d'esperienze con scariche di giare caricate con Pile.

J 91 è la Minuta d'un frammento sulla possibilità di un conduttore luminoso perpetuo.

Per ordine di tempo e di argomento qui troverebbero posto le seguenti lettere al Canonico Bellani, in data:

I. « Como 1° Febbraio 1807 » pubblicata in Mont. pg. 63
II. « Pavia 20 Marzo 1807 » pubblicata in Mont. pg. 66
III. « Milano 30 Aprile 1807 » pubblicata in Mont. pg. 68
IV. « Milano 3 Maggio 1807 » pubblicata in Mont. pg. 70
V. « Como 14 Agosto 1807 » pubblicata in Mont. pg. 72

e la lettera al Prof. Giuseppe Zamboni del Settembre 1812 (Cart. Volt. E 65) che si rimandano tutte all'Epistolario.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXVIII (A).

FRAMMENTO

(PRINCIPIO) DI UNA NOTA INTITOLATA:

« *Dei fenomeni che presentano i conduttori imperfetti, ossia quelli chiamati da Volta di II Classe, applicati in varie maniere all'uno o all'altro, o ad ambedue i poli dell'Elettro-motore* ».

Con questo stesso titolo usciva una Memoria sul Giornale di Fisica Chimica e Storia Naturale del BRUGNATELLI (Pavia 1808 T. I.°) dei Professori CONFIGLIACHI e BRUGNATELLI; in essa è scritto che il lavoro fu composto col consiglio ed il concorso del V.; per cui è logico ritenere che le minute L 30, L 31 vi si riferiscano. (Nota del Prof. ALESSANDRO VOLTA junior).

Anche questo frammento è notevole perchè conferma la data della invenzione della Pila. Il frammento del N.° seguente tratto dal Elogio del MOCCHETTI e questo sembrano essere stati scritti nello stesso tempo e per lo stesso argomento. Probabilmente il V. preparava la risposta alla Memoria dell'ERMANN di Berlino sull'argomento indicato nel titolo.

Digitized by Google

Digitized by Google

L. 31:

Pr. 1. È noto come dietro le originali bellissime sperienze e scoperte di GALVANI delle convulsioni più o meno violente eccitate nelle rane, ed altri animali colla semplice applicazione di archi metallici a loro muscoli e nervi snudati, avendo io variate in molte maniere tali sperienze, ed estesele alla produzione di altri effetti non meno sorprendenti, quali sono certe sensazioni di sapore più o men vivo e durevole sulla lingua, di un come lampo, o fulgore passaggiero nell'occhio, di dolor pungente e continuato per tutto il tempo che durano tali contatti, in alcune parti delicatissime del corpo, come gli angoli, ed orli delle palpebre, le ferite, o piaghe recenti, noto è, dico, come dietro queste sperienze e scoperte di GALVANI, e mie, mi venne dapprima sospetto, poi opinai francamente, e mi fondai sempreppiù in tal opinione, che tutti gl'indicati fenomeni cioè non venissero altrimenti prodotti da un'elettricità animale in giusto senso, cioè propria e attiva degl'organi come avea immaginato fin dapprincipio, e credè di poter avanzare con sicurezza esso GALVANI, e come si argomentarono anche in appresso di sostenere con lui ALDINI, ed altri suoi seguaci; ma sibbene da elettricità eccitata dagli stessi conduttori metallici impiegati in tali sperienze, eccitata, sì, e mossa in virtù del semplice combaciamento di due, o più fra loro diversi: onde presi a riguardare l'*arco animale*, ossia le parti di esso sì esterne che interne che venivano in tali sper. affette e convulse, come puramente *passive*, come elettroscopj a dir vero mobilissimi, ed oltre ogni credere sensibili; (come veniva comprovato da altre mie sperienze coll'elettricità comune delle macchine, boccie di Leyden ecc.), ma nulla più, ed all'incontro l'*arco metallico* esterno come *attivo* in virtù di tal eterogeneità, a considerare insomma quai veri *motori di elettricità* i metalli diversi applicati a mutuo contatto.

In questa opinione venni sempre più confermandomi in seguito, come dissi, a misura che andava moltiplicando, e variando le sperienze; le quali mi condussero ben presto a generalizzare maggiormente il principio stabilito, cioè a riconoscere siffatta virtù motrice di elettricità eziandio ne' conduttori non metallici, ne' corpi umidi cioè cimentati o co' metalli medesimi,

Digitized by Google

o tra loro, sol che siano diversi; sebbene ne godano essi conduttori umidi in un grado generalmente molto inferiore a quello de' metalli, siccome molto inferiori sono pure riguardo alla facoltà conduttrice; onde mi è piaciuto di denominare tali conduttori (che infine nol sono se non in quanto trovansi umidi, o contengono qualche umore) conduttori, e motori di 2.ª classe, assegnando la 1.ª classe ai metalli, a certe piriti, miniere, ed ossidi, fra quali eccelle l'ossido nero cristallizzato di manganese ed al carbone: giacchè questi non da umore alcuno, che li imbeva, ma dalla propria sostanza tengono la loro virtù, si conduttrice, che motrice e in un grado molto più insigne.

Pr. 2. È noto come io avea indagato quale nell'accoppiamento di due metalli veniva a *dare* il fluido elettrico, e ad elettrizzarsi quindi *in meno*, quale a *riceverlo* e ad elettrizzarsi *in più*; qual prevaleva nel concorso, ecc. ed avea così formata come una scala dei seguenti: carbone, oro, argento, rame, ferro, piombo, stagno, zinco, con altri intermedii; nella quale scala o tabella i superiori *danno*, e gl'inferiori *ricevono* nello stesso ordine, e secondo che sono rispettivamente più distanti in tal serie. Le contrazioni e scosse più o meno violenti eccitate nelle rane preparate, ed anche non preparate colle diverse combinazioni degl'indicati metalli, e singolarmente l'intensità del sapore destato sull'apice della lingua, e questo or decisamente acido, e simile a quello che si sente dal fiocco, che spiccia da una punta annessa al conduttore di una buona macchina elettrizzato *in più*; or mal determinato, e poco sensibile, o tirante all'alcalino, quale appunto si prova da un conduttore elettrizzato fortemente *in meno*, codeste sperienze e confronti, oltre alcune altre ricerche o tentativi, mi avean guidato in tali investigazioni, a determinare cioè quali tendevano a *dare*, quali a *ricevere*, e ad assegnare il posto o rango rispettivo a ciascuno dei suddetti *motori* di 1.ª classe; e ad alcuni ancora della 2.ª: e fra quest'ultimi avea trovato, e pubblicato, che di un'insigne virtù godeano gli acidi minerali, gli alcali, e soprattutto i solfuri in istato liquido (i quali tutti sono anche conduttori molto meno imperfetti dell'acqua semplice, e di altri umori), applicati massimamente a certi metalli; tal chè non la cedevano per avventura o ben poco a due dei metalli più distanti nella sovrindicata scala, alla combinazione cioè di argento e stagno, o di rame e zinco.

Le cose fin quì indicate trovansi diffusamente esposte in varie mie Memorie pubblicate, specialmente negli Annali di Chimica del prof.re BRUGNATELLI dal 1792 al 1795.

Pr. 3. È noto finalmente in qual maniera mediante l'aiuto del mio Condensatore giunsi a dimostrare con prove dirette cotal elettricità eccitata dal semplice mutuo contatto di conduttori dissimili, massime metallici, che denominai per ciò *elettro-motori*, a renderla cioè sensibile all'elettrometro; e confermai così ad evidenza non che lo stabilito principio in generale, ma

Digitized by Google

ben anche in particolare i rapporti de' metalli tra loro intorno alla qualità di elettricità che affettano, ed alla forza maggiore, o minore, che compete a ciascuno cimentato con ciascun altro, avendoli riscontrati codesti rapporti mercè le indicate prove all'elettrometro, tali appunto, quali io li avea già prima colle altre indagini determinati.

Queste nuove sperienze pubblicate anch'esse in più d'un Giornale italiano ed estero, ed in altre opere dal 1796 in avanti, bastavano a trasformare in verità dimostrate le antecedenti mie congetture, se altro non fossero state queste, e lor si avesse voluto contendere il nome di prove, che pur meritavano; ad ogni modo non valsero ancora nè le une nè le altre, non i segni ch'io mostrava patenti coll'elettrometro, a far tacere le obbjezioni, e pretese di alcuni seguaci di GALVANI, e di altri oppositori; molti dei quali non riuscendo ad ottenere tali segni elettrometrici col semplice contatto di due metalli anche i più diversi, perchè non seppero procedere in siffatte sperienze molto delicate con tutta l'esattezza, e le attenzioni richieste, rivocarono per lo meno in dubbio la cosa; ed alcuni, che pur li ottennero, sembrando loro troppo debole l'elettricità indicata da tali segni poco percettibili, per poter produrre le forti convulsioni nelle rane, ecc. si avvisarono di associare gratuitamente ad essa elettricità un altro agente, o *fluido* sconosciuto, e di nuova stampa che chiamarono *Galvanico*.

A combattere codesta eresia insorsi con nuovi argomenti, e nuove sperienze, e l'ebbi ben tosto soffocata: nè mi costò molto tal vittoria. Queste nuove sperienze trionfanti furono principalmente. 1.° l'invenzione da me fatta sul finire del 1799 dell'*apparato elettro-motore composto* oggidì tanto conosciuto, e di cui si sono occupati, e si occupano ancora e Fisici, e Chimici; dal qual apparato, qualunque ne sia la costruzione, o a colonna, che è poi la così detta *pila Voltiana*, o *a corona di tazze*, come io le ho descritte, od altra equivalente, si ottengono, non che segni elettrometrici tanto più sensibili, quanto appunto è più composto, cioè di una serie più numerosa di coppie metalliche attive, p. e. di rame e zinco interpolate da bollettini di cartone, o di panno bagnati, ma sì delle scosse anche forti alle braccia di una, o più persone, ecc. 2.° l'applicazione di tal apparato a caricare una, o più boccie di Leyden, e fino delle grandi batterie nel più breve tempo immaginabile, ad un grado di tensione eguale a quello dell'elettro-motore medesimo: colla qual carica poi esse boccie, o batterie producono una scossa sensibilissima, e se sono molto capaci, poco o nulla inferiore a quella che dà esso elettro-motore caricante. Così furono atterrate tutte le obbjezioni, e scomparvero tante varie ipotesi e sistemi, che si erano fabbricati, sussistendo la sola vera teoria dell'elettricità semplice e genuina nulla punto diversa dalla comune, e in ciò solo distinguentesi ch'ella è in certo modo spontanea venendo eccitata e mossa, come io avea avanzato fin dal principio, dal semplice mutuo

Digitized by Google

contatto di *conduttori dissimili, massime metallici*: notinsi bene queste due espressioni.

Premessa questa rapida esposizione delle successive principali scoperte intorno a cotesta elettricità ch'altri chiamano Galvanica, altri Voltiana, mi propongo ora di sviluppare dietro i principj da me già stabiliti ed ormai adottati generalmente, di sviluppar, dico, in un modo più preciso gli effetti della virtù elettro-motrice di cui $\frac{\text{godono i}}{\text{attribuita a'}}$ conduttori sì di 1.ª, che di 2.ª classe, di valutarli cioè tali effetti con qualche accuratezza, corrispondentemente alla qualità e numero delle coppie metalliche messe in giuoco; di rilevare quindi quali, e quanti segni elettrometrici si vengano ad ottenere da diversi elettromotori, sia semplici, sia più o meno composti, quale e quanta trasfusione di fluido elettrico abbia luogo ne' conduttori più o meno imperfetti, più o meno capaci, ed estesi, applicati a diversi luoghi dell'elettromotore medesimo, e in diverse maniere; di esporre finalmente e spiegare in modo soddisfacente i fenomeni, che in tali incontri presentano questi stessi conduttori imperfetti: parecchj dei quali fenomeni sono invero curiosi, non meno che istruttivi, ed alcuni nuovi affatto e sorprendenti, o tali almeno compariranno a molti ancora dei Fisici versati nelle sperienze intorno ad esso Elettro-motore.

Debolissima invero è l'elettricità, che s'induce in due soli metalli per propria loro virtù mercè il mutuo contatto, elettricità *di eccesso*, o *in più* nell'uno, *di difetto*, o *in meno* nell'altro, ancorchè siano quelli de' più attivi rispettivamente, come zinco ed argento: tanto debole, che è impossibile averne segni immediatamente al più delicato de' comuni semplici elettrometri; e solo se ne risentono più o meno fortemente i vivaci, e incomparabilmente più eccitabili elettroscopj animali, quali sono i muscoli, flessori ed estensori non solo delle rane preparate, ma di qualunque altro animale svestiti de' loro integumenti finchè conservano un resto di vitalità, e i nervi pure del gusto, della visione, e del tatto nell'uomo vivo e sano sottopposti convenientemente all'azione di tal elettricità. È impossibile, dico, di aver segni non che all'elettrometro mio sensibilissimo a pendolini di paglie le più sottili, a quello pure di BENNET a listerelle di foglia d'oro tre o quattro volte più sensibile ancora, da quella così debole *tensione elettrica*, che s'induce e sussiste nell'argento, e nel zinco, e mentre stanno uniti a mutuo contatto, e dopo staccati, applicando all'uno o all'altro immediatamente esso elettrometro: tal tensione elettrica non arriva al più picciolo grado percettibile sia dell'uno, sia dell'altro elettrometro; non giunge a farne divergere i pendolini nè di una linea, nè di un mezzo nè di un quarto, e neppure di un decimo; al che pur se arrivasse, non potrebbe ancora rimarcarsi. Ciò vedendo, o a dir meglio nulla vedendo io a comparire dei desiderati segni all'elettrometro,

Digitized by Google

non deposi nè la speranza, nè il pensiero di tentare altri mezzi e risorse per riuscirvi, anzi confidai molto di venirne a capo coll'ajuto del mio condensatore. Feci riflesso, che se fosse anche minore detta tensione elettrica di $^1/_{10}$, di $^1/_{16}$, di $^1/_{20}$ di grado, avrei potuto rendere tal elettricità sensibile raccogliendola con esso Condensatore, e comunicandola poi all'elettrometro; non altrimenti che rendeva sensibile, e portava a più gradi quella di una boccia di Leyden carica anch'essa a non più di $^1/_{10}$ di grado ecc. caricata per es. con una sola scintilletta di un picciolo elettroforo, 10, 20, 30, delle quali ve ne volevano per coricare la medesima ad 1. 2. 3. gradi.

In altra maniera pure io cercava di determinare, che la carica di una boccia non fosse che $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$ ecc. di grado: dividendo cioè la carica es. gr. di 4. gr. di una boccia con comunicarle ad un'altra di eguale capacità; onde poi si riducesse a 2. gradi la carica di questa o di quella, dividendo una seconda volta la carica residua; onde venisse di 1. gr., e così di seguito tre, quattro, cinque volte, ecc. Ma questa maniera la trovai più soggetta ad incertezze, e meno esatta: l'altra pure non è esattissima; abbastanza però al nostro intento.

Pieno pertanto di fiducia mi misi alle prove, e il successo corrispose perfettamente. Ottenni dunque col mezzo di un buon condensatore gli aspettati segni di elettricità *in più* dal zinco, e di el. *in meno* dall'argento, sensibili a segno nel mio elettrometro a paglie sottilissime, e lunghe circa pollici $2^1/_2$, di farle divergere 2. in 3. gradi misurati da altrettante mezze linee di scostamento delle estremità di esse paglie.

Ora determinato avendo mercè le indicate sperienze colle boccie di Leyden, ed altre ancora, quanto valeva quel mio condensatore, cioè a quanto più alto grado potea esso portare un'elettricità di debolissima tensione, ma o indeficiente, o proveniente almeno da recipienti di grandissima capacità, raccogliendola in sè, vuo' dire, nel suo piatto collettore, che è pur capacissimo finchè sta applicato all'altro piatto comunicante col suolo, e riducesi poi ad una capacità molto minore, quando ne vien seperato (nel che consiste il vantaggio, e la funzione di questo stromento, come suppongo che si sappia), determinato avendo a dir più breve, *quante volte condensava* il mio stromento, potei rilevare dai segni ottenuti in tali sperienze de' metalli accoppiati, che ad $^1/_{60}$ di grado circa di siffatto elettrometro a paglie sottili arriva la tensione elettrica di *eccesso*, o *in più* indotta nello zinco dal contatto coll'argento, il quale altrimenti non sia isolato, ma abbia qualche comunicazione col suolo, onde riesca appunto continua e indeficiente tal elettricità; e così ad $^1/_{60}$ di grado la tensione di *eccesso*, o *in meno* risultante nell'argento pel contatto col zinco parimenti non isolato. Trovai per es. che con un condensatore, il quale condensava 120. volte, poco più poco meno, ottenevansi dalla coppia di argento e zinco 2. gradi, e $2^1/_2$. 3. 4. gr. con altri

Digitized by Google

condensatori, che condensavano intorno a 150. 180. 200. gr.: Condensatori di questa fatta cotanto potenti non è facile invero nè di procurarseli, nè di mantenerli a lungo, e in tutte le circostanze; ma pure riescono a tanta eccellenza alcuni fatti di due dischi d'ottone benissimo piani e levigati intonacati ambedue di uno strato sottile d'ottima vernice di lacca, o di copale. Così dunque dedussi, da molte prove di simil fatta, che una coppia sola di argento e zinco dispiega una tensione elettrica di $^1/_{60}$ di grado circa; di $^1/_{100}$, o meno una coppia di argento e stagno; e molto meno ancora le combinazioni degli altri metalli, in ragione, che trovansi più vicini nella scala sopra indicata al pr.

Le quali deduzioni vennero poi nel più bel modo confermate, particolarmente quella che assegna $^1/_{60}$ di grado alla combinazione di argento e zinco, allorquando avanzatomi con felice progresso come accennai alla costruzione degli elettro-motori composti di più coppie degli stessi argento e zinco (coll'interposizione di uno strato umido tra coppia e coppia, acciò le azioni di queste non avessero a distruggersi vicendevolmente) ordinate acconciamente in lunga serie, ottenni dagli apparati, o pile di 60. coppie circa, 1. grado all'elettrometro a dirittura, senza ajuto cioè di condensatore; e così 2. 3. 4. gradi da pile di circa 120. 180. 240. coppie. Dico *circa*, perchè ottenni in appresso qualche volta, ed ottengo oggi comunemente, e con maggiore facilità lo stesso, quando cioè gli apparati siano in buonissimo ordine, con un numero alquanto minore di tali coppie di argento e zinco, oppure con tal numero di coppie, ma di zinco e rame, il qual rame è notabilmente men attivo dell'argento.

Digitized by Google

XXXVIII (*B*).

FRAMMENTO

CONTENENTE UN TENTATIVO DI SPIEGAZIONE DELLA ELETTROMOZIONE.

Digitized by Google

Digitized by Google

Estratto dalla J. 88 pag. 5:

Insomma la risultante dalla composizione di quelle due forze o potenze, deve essere un di mezzo fra tutto il disequilibrio, voluto dirò così dall'una, e l'equilibrio voluto dall'altra; e quindi / epperò una parte di quello, qualche disequilibrio cioè. Così nella parità già sopra prodotta / accennata di un corpo elastico sottoposto a pressione, dall'azione di questa che s'impiega a mutarne la figura, e dal continuo [1]. . . . dell'elasticità che tende a restituirla, ne risulta una reale mutazione minore certo, che se il corpo fosse cedevole, senza elasticità, ma pur notabile. Così (per recare altra parità più analoga al nostro soggetto) un fluido qualunque contenuto in due vasi comunicanti, ove soffra nell'uno qualche pressione, innalzasi sopra il naturale livello nell'altro, e sebben quivi tenda a ricomporsi, pur vi si tiene innalzato finchè tal pressione persista a starvi applicata. Anche il fluido elettrico pertanto malgrado la tendenza a rimanere o ricomporsi all'equilibrio, e la facilità di conseguirlo, stante la somma mobilità negli ottimi conduttori che si dispiega insistendo incessantemente la forza motrice ne' punti di contatto di due diversi tra loro, dee da questa lotta risultarne, che in quello entro a cui è spinto, o attratto si accumuli effettivamente e vi si tenga accumulato fino a un certo segno. E questo segno, considerando bene la cosa, dovrebbe anche essere più alto di quello che ne danno le sperienze, di cui ora trattiamo, dovrebbe l'elettricità nel contatto sibbene di due metalli diversi, che per tale mutuo contatto dispieghino un vigoroso potere, sorger e mostrarsi più intensa, se non fosse che ne punti in cui non evvi più reale contatto, ma trovansi vicinissimi ad esso, ivi la facoltà conduttrice domina sola, e potendo moltissimo a tali minime distanze, distruggere quasi tutto l'effetto di quella forza motrice che ha luogo ne' tali punti di vero contatto, porta via quasi tutta l'elettricità.

Abbiam già fatto osservare poco sopra (Pr.), che anche nei coibenti l'elettricità che v'induce lo strofinamento scappa in parte dai punti appena fuori del contatto, riversandosi in quelli dello strofinatore, che vi stan contro

[1] *Parola illeggibile.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

a picciola distanza: e quanto meglio dunque dee succedere in maggior parte simile riversamento del fluido elettrico, che sia stato per opera e virtù del mutuo contatto condensato in un buon conduttore a spese d'un altro, quanto meglio, e in quanto maggior parte dee rifluire ne' tanti punti, in cui non c'è reale contatto, quindi neppure forza motrice tendente a sbilanciare il fluido; ma piccolissima è la distanza framista onde ha libero giuoco la facoltà conduttrice? Insomma quella qualunque elettricità che indurre si possa ne' due corpi per punti di combaciamento viene rubata dai molti altri, che non combaciano ma si guardan da vicino: viene sì rubata e tolta; non tutta tutta atteso il contatto ma in massima parte, sicchè pochissimo ne resta.

Pr. [1]. Da tutte queste considerazioni ritorniamo finalmente al punto,

---

[1] *In un foglio dello stesso Mns contenente una minuta certamente anteriore, prima di questo paragrafo si legge:* [*Nota della Comm.*]

J 88 *a*:

..... per ogni contatto che avvenga di due o molto o poco diversi fra loro e secondo che più differenziano, tendano cioè l'uno a *dare*, l'altro a *ricevere* del fluido elettrico; la coibenza non sarà dunque quella che determina realmente l'elettrizzazione di que' corpi, che diconsi idioelettrici; che dia loro la facoltà di rubare o donare del fluido elettrico ai corpi che li premono, percuotono, o strofinano; anzi tal facoltà e potere proprio anche dei conduttori, viene nei coibenti ad incontrare difficoltà e contrasto dalla stessa coibenza, dovendosi questa tal quale inerzia vincere, o togliere perchè abbia luogo ed effetto quella addizione, o sottrazione di fluido elettrico, a cui tendono: per ciò vi è bisogno appunto di strofinamento, di percosse, o di qualche pressione almeno, che rendano la superficie così premuta o strofinata un tratto non coibente ossia atta a ricevere o dare il fluido elettrico secondo che viene dalla forza motrice sollecitato, il quale stato elettrico dura poi cessato lo strofinamento e ritornata la coibenza ne' punti che l'han sofferto e si mantiene per un tempo considerabile.

Non è difficile del resto il concepire come la pressione, le percosse, e soprattutto lo strofinamento tolgano accidentalmente, e diciam così estemporaneamente quella coibenza alle poche parti o punti superficiali che in qualche modo agitano, smovono, dilatano; sapendo noi che anche il calore è valevole a trasmutare i coibenti in conduttori, fin dove arriva abbastanza forte, e finchè dura, ritornando essi quali eran prima, cessato che sia (Pr.); ed è anche credibile, che appunto il calore, che s'induce, più forte di quello che noi c'immaginiamo, concentrandosi in quelle poche particelle superficiali, che soffrono tal pressione, o strofinamento, operi la passeggiera trasformazione suddetta delle medesime le renda cioè un momento permeabili al fluido elettrico, o vi concorra almeno in gran parte.

Pr. Si richiede dunque la coibenza nei corpi che vogliamo far sortire dallo stropicciamento, in istato di elettricità, o *per eccesso*, o *per difetto*: non già propriamente per indurvi un tal eccesso o difetto di fluido elettrico, la coibenza per sè stessa non essendo una forza attiva, ma per mantenerla in tale stato di disequilibrio più o men lungamente; giacchè nei conduttori, comunque vi s'inducano pure, e sì più facilmente e senza contrasto alcuno, non essendovi coibenza da superare, ond'è che non v'è bisogno nè di strofinamento, nè di pressione alcuna, e basta il semplice contatto di due di essi, che sieno di specie diversa, nei conduttori, dico, abbastanza buoni cotale $\left\{\begin{matrix}\text{disquilibrio cotal elettricità}\\ \text{stato elettrico}\end{matrix}\right.$ non può durare un momento,

Digitized by Google

che l'elettricità prodotta così col semplice mutuo contatto di due corpi deferenti diversi (il qual semplice contatto fa poi tanto, quanto può fare qualunque pressione, percossa o strofinamento; non essendoci qui bisogno di togliere, o sospendere in qualsiasi modo la coibenza dei punti toccati, la quale non c'è; come fa bisogno per gl'idioelettrici, che sono coibentissimi) riesce non già nulla affatto, ma debolissima; e che debba risultar tale per la ragione appunto, che sono conduttori: la quale facoltà di condurre non può certo permettere, che sussista un considerabile sbilancio, uno stato elettrico contrario fra que' due corpi, se non in un grado molto debole.

Pr. Cotal elettricità è infatti così languida, anche scegliendo fra essi conduttori, fra i metalli, per cimentarli, i meglio assortiti, come il zinco col-

---

producendosi per la forza animatrice o motrice del fluido elettrico che anch'essi posseggono e spiegano ne' mutui contatti a par de' coibenti, e forse più, e distruggendosi tosto per la virtù conduttrice; oppure distruggendosi o bilanciandosi queste forze medesime, una che spinge il fluido elettrico dall'uno all'altro conduttore, l'altro che lo ritira.

Pr. Ma è poi così che tutto il fluido elettrico, che gli ottimi coibenti ricevono o danno per propria virtù, del corpo con cui si strofinano, rimanga così sbilanciato, e niente ne ritorni addietro per ristabilire in parte l'equilibrio? e al contrario che tutto tutto ritorni indietro quando si strofinano fra loro due buoni conduttori e si ricompensa per tal modo un perfetto equilibrio? oppure, che senza realmente passare esso fluido elettrico, e ripassare in tal modo dall'uno all'altro conduttore là dove succede il mutuo contatto (che vale per essi conduttori nè più nè meno di qualsivoglia strofinamento) rimanga sospeso fra queste due potenze, motrice l'una e turbatrice dell'equilibrio, restauratrice l'altra, e quindi esso equilibrio non si rompa neppure per un istante, neppure in minima parte?

Riguardo ai coibenti, siccome una tal proprietà di trattenere il fluido elettrico, e impedirne il trascorrimento non può essere che limitata; così può venir superata dalla forza espansiva del fluido elettrico, della sua tendenza all'equilibrio; e lo è sempre in parte, onde qualunque elettricità siasi concepita anche dai migliori coibenti si perde poco a poco, eziandio nell'aria che è pur essa ottimo coibente, e molto più col contatto di altri corpi: mediante il quale contatto, od anche solo avvicinamento vediamo che passa facilmente nei conduttori, ch'è il modo appunto di elettrizzarli per comunicazione sicchè anche sotto lo stropicciamento medesimo, e ai confini massimamente di esso se ne va perdendo. La coibenza dunque vale soltanto a tenere l'elettricità confinata fino a un certo segno, e a non lasciarla scappare tutta ad un tratto, a conservarne una maggiore o minor parte per un tempo più o men lungo.

Quanto ai conduttori anche ottimi, quali sono i metalli, tutte le sperienze che mostravano non potersi ottenere alcun segno sensibile di elettricità col mutuo loro stropicciamento, pressione o contatto qual si fosse; niuna attrazione o ripulsione de' corpi ec. anche leggerissimi, onde eransi chiamati tali conduttori *anelettrici*, ci avrebbe fatto credere nella supposizione, che siano essi pure, essi motori, che possedano la virtù di spingere cioè il fluido elettrico e tirarlo da questo a quello, o da quello a questo, che tale virtù tendente a disequilibrare esso fluido in due di essi posti a mutuo contatto e stropicciantisi venisse esattamente e del tutto annullata bilanciata dall'altra che indubitatamente è loro propria in qualità di conduttori, e tende come a richiamare, così a mantenere l'equilibrio cosicchè, o non avesse quella prima a produrre effetto alcuno, cioè non si addensasse punto il fluido elettrico in uno di tali conduttori, in un metallo, e. gr. a spese dell'altro, o se pur seguisse per un istante cotal dis-

Digitized by Google

l'argento o coll'oro, che non se ne ha segno alcuno ai comuni elettrometri, neppure a quelli di BENNET a listerelle di foglietta d'oro, che sono cotanto mobili: insomma riesce affatto impercettibile, a meno di ricorrere a certe altre specie di elettroscopi oltre ogni credere sensibili e delicati.

Pr. Questi elettroscopj di nuova foggia, e di una sensibilità veramente prodigiosa sono: i nervi e muscoli snudati di un animale, o vivo e intiero, o mutilato, ed anche ucciso da poco tempo, che si risentono e ne dan segno con più o men forti contrazioni, e moti convulsivi come han mostrato singolarmente le belle sperienze di GALVANI: l'apice della lingua, e l'occhio, che, come scopersi io in seguito, vengono affetti da certe sensazioni, la lingua di sapore più o men vivo, or acido decisamente, quando cioè contro esso apice è rivolto il metallo che s'elettrizza *in più*, e l'altro metallo che si elettrizza *in meno* sta applicato al dorso della lingua medesima, o ad altra parte; or alcalino, non tanto deciso quando essi metalli son rivolti al contrario; l'occhio di luce passeggiera a guisa di lampo; e soprattutto le rane, che balzano mirabilmente, massime preparate alla maniera dello stesso GALVANI.

Cotali sperienze invero sorprendenti incominciate dall'or nominato celebre Professore Bolognese appunto sulle rane, e proseguite da lui quasi su di esse sole, mi hanno indotto a moltiplicarle e variarle in più modi, e mi han messo così sulla via di scoprire la sopra indicata elettricità prodotta dal semplice contatto di conduttori fra loro diversi, massime metallici, che parve un gran paradosso, e di sostenerla contro di lui medesimo, che la volle anzi un'elettricità propria dell'animale ed organica (ciò che a dir vero sembrava men minor paradosso, tantochè e in sulla prima inclinava a crederla tale ancor io; finchè sperienze più accurate e dimostrative mi convinsero ec.) e finalmente mi han fatto giungere all'invenzione

---

equilibrio, fosse tolto all'istante appresso, e tolto intieramente. Ma altre nuove sperienze fatte con nuovi e singolari apparati avendomi fatto sospettar prima e appresso credere e tener per fermo, che pur qualche elettricità si produceva in due conduttori anche ottimi, sol che siano diversi, segnatamente ne' metalli, e sol che vengano a combaciarsi, o toccarsi come che sia elettricità positiva nell'uno es. gr. nello stagno, negativa nell'altro, es. gr. argento, avvegnachè debolissima, ho dovuto pensare, che non venga annullata intieramente la forza motrice, impellente cioè, od attraente il fluido elettrico nel contatto de' due conduttori, da tale loro facoltà conduttrice, non venga, dico, annullata del tutto, ma prevalga quella alcun poco a questa. Non è difficile infatti il concepire, che nel conflitto di queste due potenze contrarie, una delle quali sollecita il fluido elettrico a passare (nell'esempio recato) dall'argento nello stagno, e l'altra lo richiama, o tende a ritenerlo nel primiero equilibrio, l'una insomma agisce per produrre una elettricità qualunque, l'altra s'impiega a distruggerla con portarla via, il risultamento sia che questa venga alquanto soverchiata dall'efficacia di quella, e ceda un tantino; e quindi l'argento lasci andare qualche poco di fluido elettrico allo stagno obbedendo a tale forza prevalente: e così negli altri casi di contatto di conduttori fra loro diversi.

Digitized by Google

XXXVIII (C).

FRAMMENTO

SOPRA UN'ALTRA IPOTESI SULL'ELETTROMOZIONE.

Digitized by Google

Digitized by Google

J. 89:

Se lo zinco tira a sè porzione del fluido elettrico dal rame cui sta in contatto in virtù di un'attrazione prevalente sua propria; perchè poi soddisfatta tale sua esigenza non se lo ritiene questo fluido di cui abbisogna, ma tende a mandarlo fuori, e lo trasmette infatti al conduttore umido che ei tocca dall'altra parte ecc? e agl'altri in seguito? Ecco, se ben si comprende, l'obbjezione che vien fatta alla teoria di VOLTA. Ma egli l'avea prevenuta col dire e ripetere nelle sue memorie, che lo zinco per una specie di affinità od attrazione prevalente che abbia non cerca già di arricchirsi di fluido elettrico a spese del rame, non lo esige propriamente per soddisfare ad un suo bisogno, o saturarsene; ma bene che vi viene spinto dentro da un impulso qualsiasi occasionato dal mutuo contatto col rame, tal che se ne sente esso zinco gravato, e soffre di codesto eccesso di fluido elettrico in guisa, che cerca per ogni modo di scaricarsene spiegando quella tensione di elettricità positiva che vi si osserva, e se ne scarica effettivamente ove comunichi a qualche conduttore di seconda classe, ossia umido, intantochè d'altra parte il rame risentendosi della perdita fatta spiega una tensione di elettricità negativa, e cerca di ristorarsi traendo il fluido elettrico d'onde può, e come può: il che se avviene, e finchè avviene torna e continua a venire e generare fluido elettrico da esso rame risarcito, ad esso zinco sgravato in virtù del mutuo loro contatto che persevera; e così continua e circola la corrente elettrica, ecc.

Per questa virtù che posseggono i metalli e i carboni di sbilanciare pel mutuo contatto di due fra loro diversi il fluido elettrico spingendone dall'uno nell'altro una certa dose, picciola a dir vero, per cui divengono elettrizzati alcun poco ambedue quello per difetto, questo per eccesso, sono stati denominati dal nostro VOLTA *motori* di elettricità, quando prima erano riguardati quali semplici conduttori. Come poi codesti conduttori perfetti ch'ei chiama di prima classe sono insiememente motori, ma motori deboli; così gli altri conduttori imperfetti ch'ei dice di seconda classe, i conduttori umidi cioè, i semiliquidi, ecc. sono bensì motori anch'essi in un qualche modo, ma debolissimi, e in niun modo da paragonarsi ai primi. Così è che nella costruzione degli apparati elettromotori composti, da lui inventati, e descritti,

Digitized by Google

sia a corona di tazze, o a vasca divisa in celle, che torna al medesimo, sia a colonna detta comunemente pila, i conduttori umidi frapposti alle coppie metalliche possono riguardarsi come facienti officio semplicemente di conduttori, in poco o niun conto avendosi la loro virtù elettromotrice. Ciò ritenuto che si comportino questi presso a poco quai semplici conduttori, e veri motori siano le coppie metalliche, venga cioè incitato e mosso il fluido elettrico nei punti di contatto de' due metalli fra loro, s'intende facilmente come aumenti la tensione elettrica a misura che cresce la serie di tali coppie metalliche ordinatamente disposte ed interpolate da que' conduttori di 2.ª classe. Essendo l'elettromotore composto per es. di rame zinco, e strato umido; poi rame zinco ed umido di nuovo, e così successivamente, il primo rame caccierà dentro al zinco tanto di fluido elettrico da far sorgere in questo una picciola tensione di elettricità positiva, che può rendersi sensibile soltanto col condensatore, e che il VOLTA ha potuto valutare di $^1/_{60}$ di grado del suo elettrometro a paglie sottilissime, semprechè esso rame comunichi col suolo, o con ampj conduttori onde rifarsi della sua perdita, $\frac{\text{poichè}}{\text{giacchè}}$ altrimenti non darebbe esso del suo che la metà di tanto, e riuscirebbe elettrizzato negativamente alla tensione di $^1/_{120}$ di grado, ridotto il zinco pure ad una tensione in più non maggiore di $^1/_{120}$ gr. la differenza dello stato elettrico tra quei due metalli che sono pure de' più attivi fra i motori nello stesso tempo son anche eccellenti conduttori, non potendo arrivare che a gr. $^1/_{60}$, nè comportare maggior disquilibrio. Ora tale elettricità positiva acquistata dallo zinco della prima coppia si comunica al conduttore umido, o di 2.ª classe che siegue, e da questo al secondo rame, che succede, il quale la passa al secondo zinco cui è accoppiato, e dippiù gli infonde quella dose che gli deve dare in virtù del mutuo contatto, tantochè vi sia anche quì $^1/_{60}$ di grado di differenza nello stato elettrico di questi due metalli combaciantisi: eccolo dunque sopracaricato questo zinco della seconda coppia e portato a $^2/_{60}$ di grado di elet. positiva $\frac{\text{ben inteso}}{\text{sempre che}}$ il rame della prima coppia abbia le debite comunicazioni; se no restano le cose dimezzate comparendo ambedue i capi della pila, o poli elettrizzati l'uno in più, l'altro in meno, ma ad $^1/_{60}$ gr. solamente. Procedendo con simile tenore lo zinco della 3.ª coppia, della quarta, quinta ecc. acquisterà gr. $^3/_{60}$ $^4/_{60}$ $^5/_{60}$ ecc. di elettricità positiva, ossia differirà di tanto dallo stato elettrico del rame della prima coppia, in guisa che ove giunga la serie delle coppie a 60, avrassi un grado intiero, e gr. 2. 3. 4. ec. arrivando a 120, 180, 240, coppie ec., ove la base comunichi col suolo come si è detto, nel qual caso scaricandosi e rimettendosi le cariche ad ogni istante forma il fluido elettrico che passa da un capo della pila all'altro, entra per questo, e sorte da quello due correnti che si spargono ne' conduttori e nel suolo od

Digitized by Google

una corrente sola che rientra in se stessa e circola incessantemente con più o meno di velocità ove dispongasi un buon arco conduttore, che metta in congrua comunicazione più o meno essi capi, o poli dell'elettromotore.

Tali sono in breve le spiegazioni, che ne ha date il VOLTA dell'Elettromotore semplice e composto nelle varie sue memorie sopra quest o soggetto a materia. Insisteva sempre a dire che la mossa al fluido elettrico nel contatto di due conduttori di prima classe dissimili, dovea riguardarsi come proveniente da impulso anzichè da attrazione propriamente detta. Ma ora non sembra più contento di tal supposizione troppo vaga e indeterminata.

È presto detto facile il dire un impulso, e ammesso spiega tutto benissimo; ma qual è quest'impulso che si dà al fluido elettrico, d'onde proviene, e come? Meglio è dunque ricorrere se si può all'attrazione od affinità, che son forze già ammesse, e in parte almeno conosciute meglio sì, che inventare di posta un impulso, che non si saprebbe definire. Or ecco dunque i suoi nuovi pensieri che ci ha recentemente comunicati.

I diversi corpi hanno dipendentemente dalle loro attrazioni ed affinità diverse capacità come pel calorico, così pure pel fluido elettrico, cosicchè in quella guisa che per la medesima temperatura la quantità di fluido calorifico calorico trovasi in quali maggiore in quali minore, ossia, ciascuno ha il suo calore specifico, parimente ad un'eguale temperatura, elettrica diciam così od equilibrio di elettricità ciascun corpo possiede maggiore o minor dose di fluido elettrico a norma della sua specifica capacità. Ciò posto ogni qualvolta e fintanto che due metalli diversi, supponiamo rame e zinco, si trovino avere quella dose di fluido elettrico, che loro compete relativamente all'aria ambiente, e a tutti i corpi conduttori di 2.ª classe con cui comunichino, saranno troverannosi e rimarranno nello stato di equilibrio, in cui niuna tensione, niun segno elettrico appare; con tutto però che trovinsi equilibrati que' conduttori di 1.ª classe con questi di 2.ª trovandosi il fluido elettrico ripartito tra gli uni e gli altri in giusta dose, proporzionata cioè alle rispettive capacità, può non esserlo fra que' due metalli, rame e zinco confrontati, e posti a mutuo contatto; e VOLTA suppone che sia appunto questo il caso in ogni combinazione di metalli, o conduttori di 1.ª classe diversi. Suppone per esempio, che il rame e lo zinco, che prima cogli altri corpi non metallici trovansi composti all'equilibrio siccome provveduti di fluido elettrico a norma delle rispettive capacità, portati a mutuo contatto esiggano per le loro capacità relative un altro riparto, cioè dosi di fluido alquanto diverse, tantochè per es. il rame di 100 ne ceda 1 allo zinco giungendo questo a 101. e rimanendo quello con 99. con ciò trovansi tra loro appagati; e in equilibrio; ma nè l'uno nè l'altro or

Digitized by Google

più in equilibrio cogli altri conduttori di 2.ª classe, e coll'ambiente, mancando all'uno per tale equilibrio un centesimo di fluido elettrico, e crescendo all'altro: ecco pertanto sorgere le due tensioni di elettricità quinci positiva, e quindi negativa ecc. tolgansi queste tensioni collo scaricare di quell'uno dippiù il zinco, e risarcire di quell'uno di meno il rame, ecco ritornato questo ad avere i primi 100. di fluido, e riabilitato con ciò a cederne di nuovo 1. allo zinco che ha deposto quella prima giunta; e così rinnovarsi ad ogni istante le cariche e scariche, e formarsi la corrente elettrica continua, se continue siano le comunicazioni, e meglio se compiasi con un buon arco conduttore il circolo.

Digitized by Google

XXXVIII (*D*).

FRAMMENTO

NEL QUALE È CENNO ALLA POSSIBILITÀ DI UN CONDUTTORE LUMINOSO PERPETUO.

Digitized by Google

Digitized by Google

J. 91:

....il y a apparence que nous pourrions obtenir le très-beau spectacle d'un Conducteur lumineux perpetuel. Je n'ai pu faire ces expériences sur le vuide, et tant d'autres comme j'aurois souhaité, faute d'instruments et d'ouvriers habiles dans cette ville de Côme où je me suis confiné depuis plus d'un an pour vivre tranquillement au sein de ma famille.

Pr. Je dirai enfin, et on n'aura pas des peine à le croire après tout ce qu'on a vu jusqu'ici, que les branches vertes, les tendres rejettons, les feuilles, et les fruits memes plus succulents, ne transmettent pas ou très difficilement, la commotion de mon grand appareil lorsqu'ils font une partie considerable de l'arc conducteur, et qu'ils touchent aux pieces metalliques de cet arc par l'écorce, ou la peau dont ils sont revetus. Cette peau quelque mince qu'elle soit, retarde considerablement le courant électrique, au point qu'une feuille, même des plus tendres, interposée, aux bouts de deux verges métalliques, dans le sens de sa longueur, ou de sa largeur, si en ne empeche absolument la commotion d'un appareil même des plus grands, et interposée dans le sens de son épaisseur l'affoiblit beaucoup. Que si on ote l'écorce de la feuille, du tendre rejetton, du fruit, etc. la commotion transmise pourra être assez sensible, pourvu que ces corps ne fassent pas une portion trop considerable de l'arc conducteur, et pourvu sur-tout que leurs parties bien imbibées d'humeur s'appliquent par une surface suffisemment large aux autres pieces de cet arc.

Pr. Encore avec tout cela la commotion qu'on éprouve est-elle beaucoup moins forte, que si de telle branches vertes, de tels fruits, ou feuilles écorces, ne se trouvoient pas interposés dans l'arc conducteur. Les vegetaux donc remplis de leurs humeurs, et leurs parties même qui en sont les plus riches, ces humeurs, et l'eau en particulier ne sont pas assez perméables aux fluide électrique pour ne pas opposer une resistance considerable a ses courants plus ou moins forts. Il en est de même des parties animales fraiches et succulentes, à cela près, qu'elles sont meilleurs plus deférentes, que l'eau, et que les mes vegetaux.

Pr. J'ai con attention de dire, que tous ces conducteurs imparfaits, les branches et feuilles vertes, la peau seche des mains.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXXVIII (*E*).

FRAMMENTO

SU RISULTATI DI ESPERIENZE OTTENUTE CON SCARICHE DI GIARE CARICHE CON PILE.

Digitized by Google

Digitized by Google

J. 90:

Una giara di vetro molto sottile di 100. pollici quadrati di armatura si carica a segno di darmi la minima scossa sensibile ai due diti che compiono il circolo intinti nell'acqua di due vasi per l'azione momentanea di una pila di 28. coppie di rame e zinco interpolate da bollettini di carta inzuppati di miele.

Due giare simili con una pila di 20-21 coppie.

Quattro giare con	15. coppie
Otto giare	11. coppie
Sedici giare	8. coppie

Si calcola dunque che il vetro armato crescendo o diminuendo del doppio, del quadruplo ecc. il numero delle coppie della pila dee differire non già del doppio ma soltanto nella proporzione di 8. a 11. onde si ha dal calcolo della sperienza

per giare	coppie metalliche
16.	8-8.
8.	11.-11.
4.	15, 125-15.
2.	20, 625-20-21.
1.	28, 36-28.

E queste sperienze si sono fatte con molta accuratezza, e ripetutamente in varj giorni successivi colla medesima riuscita, al principio d'Agosto 1813.

Le prime prove indicate quì sopra a destra variano poco, come si vede, siccome pure il calcolo supposta la differenza non come 7. a 10., ma corrisponde meglio questa di 8. a 11.

Corrisponde ancora discretamente bene alle sperienze il calcolo ponendo, che un doppio numero di coppie metalliche della pila faccia dare la minima scossa a quattro volte minor numero di giare, ecc. Così se 7. sole coppie bastino per 16. giare (come ancora mi è riuscito) 14. coppie bastano per 4. giare

Digitized by Google

e 28. coppie per 1. giara. E quindi procedendo il numero delle giare a crescere sempre del doppio, cioè 1. 2. 4. 8. 16. il numero delle coppie nella pila richieste per caricare esse giare al segno di dare la minima scossa, sarà secondo il calcolo che conviene sufficientemente colle sper.e

giare 1.	coppie 28.
2.	19.8
4.	14.
8.	9.9
16.	7.

Ritenuto che le giare sieno tutte egualmente di vetro sottile ($\frac{1}{3}$ di linea), e di 100 poll. quad. d'armatura

Digitized by Google

XXXIX.

FRAMMENTI VARI

SULLA STORIA DELLA INVENZIONE DELLA PILA E CONSIDERAZIONI RELATIVE.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Mocch. pg. 48.	Cart. Volt. J 71; **J 87 A; J 87 B** β; K 25.

OSSERVAZIONI.

Questo brano, importante perchè conferma la data della invenzione della Pila, trovasi pubblicato nell'*Elogio del Conte Alessandro Volta* del *Mocchetti - Como* 1833; non si conosce il Mns. Voltiano corrispondente. Si pubblica sulla fede del Prof. Mocchetti, amico del V.

J 71 e J 87 A: sono principi di dissertazioni, nelle quali il V. si nomina in terza persona, a proposito delle sue scoperte e specialmente di quella della Pila. Questi Mns erano stati dal V. affidati al Configliachi. J 87 A è costituito da due minute; la più accurata si interrompe prima, e si pubblica, completandola con la continuazione che si prende dall'altra.

J 87 B β: è un breve brano nel quale si accenna anche agli effetti della Pila sull'udito.

K 25 è un breve frammento, che ha carattere di introduzione ad un discorso sulla importanza e sulle conseguenze della invenzione della Pila, posteriore di molto alla stessa.

Digitized by Google

Digitized by Google

Da *Mocchetti Francesco*: Elogio del conte Alessandro Volta patrizio comasco. Como 1833 pag. 48 e 49.

(4) Piacemi di quì riferire alcune osservazioni del VOLTA relative all'invenzione della Pila, tolte da un suo manoscritto inedito sull'Elettricità.

« Le sperienze invero sorprendenti incominciate dal celebre Professor « GALVANI sulle rane, e proseguite da lui quasi su di esse sole, mi hanno in- « dotto, dopo che vennero nel 1791 pubblicate, a moltiplicarle e variarle in « più modi, e mi hanno messo così sulla via di scoprire l'elettricità prodotta « dal semplice mutuo contatto di conduttori fra loro diversi, massime metal- « lici, che pareva un paradosso, e di sostenerla contro di lui medesimo, il « quale pretendeva essere un'elettricità propria dell'animale ed organica. « E ciò a dir vero sembrava minor paradosso, tanto che in sulle prime incli- « nava ancor io a crederla tale, finchè sperienze più accurate mi convinsero « che l'animale era soltanto passivo, che esso era una specie di elettroscopio, « ed attivi invece erano i metalli diversi che venivano a combaciarsi. Queste « esperienze mi hanno finalmente condotto verso il 1799 all'invenzione della « così detta Pila od apparato elettromotore composto di più coppie metal- « liche, ciascuna di stagno e argento o rame, o meglio di zinco e argento o « rame, interpolate da strati umidi, in cui l'elettricità metallica, contrasta- « tami per tanto tempo da esso GALVANI e da' suoi seguaci, si è poi resa ma- « nifesta non che agli ordinarj elettrometri, ma a tutti gli altri segni e coi « più stupendi fenomeni; nè oggimai soffre più alcuna obbiezione. Ad ogni « modo si chiama ancora comunemente elettricità Galvanica e da pochi Vol- « tiana, del che non mi lagno, e sono anzi ben contento che si ritenga un nome, « il quale richiama l'egregio autore, che intraprese per il primo esperienze di « questo genere, ed aprì questo nuovo campo si fertile di belle scoperte ed « utili ritrovati, quantunque andasse errato nelle sue spiegazioni, abbando- « nandosi a belle ed ingegnose, ma immaginarie ipotesi fisiologiche. La Pila « solamente od elettromotore composto della sopra indicata serie regolare « di molte coppie metalliche interpolate da conduttori umidi, essendo d'in- « venzione tutta mia e frutto della teoria da me stabilita, si chiama da tutti « Pila di VOLTA, qualunque ne sia la struttura, giacchè varie ne indicai io

Digitized by Google

« stesso fin da principio, a colonna cioè, a cui propriamente si è dato il nome « di Pila, a corona di tazze, come chiamai il mio primo apparato, al quale si « riferisce quello or più usitato a vasche divise in altrettanti scompartimenti « o celle ripiene d'acqua per lo più salata, quante sono le coppie metalliche ».

J. 87 A:

Quanto non ha il nostro VOLTA illustrata e promossa la Scienza dell'Elettricità sì artificiale, che naturale atmosferica colle scoperte sue dell'elettricità prodotta dall'evaporazione dell'acqua, e di altri fluidi, dalla combustione, e da varie effervescenze; elettricità *positiva*, ossia per eccesso ne' vapori stessi che si sollevano, e *negativa*, ossia per difetto ne' corpi da cui si staccano: e conseguentemente in quelli che combinano con essi? coll'invenzione prima dell'*Elettroforo* cotanto istruttivo, e di un uso non men esteso che comodo; e in seguito del *Condensatore*, istromento prezioso all'oggetto singolarmente di rendere sensibili le debolissime elettricità, impercettibili affatto senza di esso? Ma la sovrana scoperta si è quella di un nuovo principio teorico, e di un nuovo mezzo di turbare e togliere al suo naturale equilibrio il fluido elettrico, smoverlo e determinarlo ad una corrente continua in giro: la quale elettricità *indeficiente*, epperò molto efficace in varj suoi effetti, comechè per altri appaja debole, ed anche debolissima, può dirsi pure elettricità *spontanea*, nascendo essa, e mantenendosi per la sola congrua disposizione delle parti, ond'è costrutto l'apparato, il quale consiste in un accozzamento di due metalli fra loro diversi, e sono d'ordinario una lamina di rame ed una di zinco poste a mutuo contatto, a cui succede uno strato ben applicato di acqua, o semplice o meglio impregnata di qualche sale, sia essa in massa, o sia un corpo inzuppatone, come cartone, panno od altro. Tale combinazione ripetuta per una più o men lunga serie non interrotta, e disposta sempre coll'istesso ordine, e. gr. una lamina di rame, una di zinco, ed uno strato umido, poi ancora rame, zinco, umido, e così di seguito costituisce tutto l'apparato qualunque ne sia l'esterior forma, grandezza, ecc., come quelli descritti fin da principio da esso VOLTA, e da lui detti uno *a corona di tazze*, l'altro *a colonna*, al quale i Francesi diedero nome prima di *Pile Galvanique*, in appresso più giustamente di *Pile Voltaique*, onde gl'Italiani chiamaronla pure *Pila di Volta*, *Pila Galvanica*, *Pila elettrica*, o semplicemente *Pila*, mentre il suo autore ama meglio di dare a tal apparato, qualunque ne sia la forma, il nome di *Elettromotore*. Potrebbe anche appellarsi *Elettromotore spontaneo* atteso che agisce incessantemente da sè, senza cioè che vi sia bisogno di por mano, e dar moto ad alcuna parte di tale congegno, com'è mestieri pelle comuni macchine elettriche, senza indurre cioè nè sfre-

Digitized by Google

gamento, nè percossa, nè calore, nè altro movente; lasciando infine tutto in riposo; salvo il fluido elettrico, il quale sorte dall'equilibrio di sua posta, diciam così, e movesi determinato soltanto dal semplice mutuo contatto di conduttori fra loro diversi, specialmente metallici.

Tale è la sopra indicata scoperta del VOLTA, tale il suo Elettromotore, che fece stordire, e mise in moto tutti i Fisici; scoperta feconda oltre ogni credere di altri bellissimi ritrovamenti.

E primieramente non men naturale che soddisfacente si è l'applicazione da lui fattane a spiegare la stupenda virtù della *Torpedine*, del *Gymnotus electricus*, e di altri pesci, di portare cioè valide scosse, simili affatto a quelle che danno le capaci boccie di Leyden, o meglio le batterie elettriche capacissime pur debolmente cariche.

Non solamente i Fisici tutti, Professori e dilettanti d'ogni maniera, tratti in ammirazione di tal nuovo stromento inventato dal VOLTA, sì attivo, e di non difficile costruzione, la quale anche può variarsi in cento modi, e al tempo stesso cotanto istruttivo, si misero attorno al medesimo, e si applicarono a ripetere e moltiplicare con esso sperienze in varj modi, sperando fare ulteriori applicazioni, e giungere a nuove scoperte; ma i Medici e i Chimici pur anco. A dir vero le concepite speranze de' Medici, se non andarono del tutto a vuoto ebbero ben poco successo, e i tanti prodigj decantati da principio svanirono, e più non se ne ottennero sicchè anche questa nuova medicina elettrica cadde in discredito per colpe forse dei medesimi operatori, che o non seppero valutare l'azione dell'elettromotore da loro adoperato, o non l'applicarono a dovere, o, stanchi in qualche modo di prove, che non bene rispondevano ai loro disegni troppo presto desistettero dalle medesime, ed abbandonarono l'impresa. Così è che vennero tali cure mediche e chirurgiche troppo esaltate per alcun tempo, e troppo trascurate in appresso.

All'incontro i Chimici e più assidui, e più sagaci ne trassero il maggior partito co' loro tentativi, pe' quali riuscirono ad ottenere i più grandi e luminosi successi, che superarono ogni loro aspettazione. Basti l'accennare le scoperte da loro fatte con Elettromotori di varia grandezza, ed aggiunte a quelle di VOLTA. Sono dunque:

1.° La decomposizione dell'acqua faciente parte del circolo ne' due *gas* componenti la medesima, *ossigeno* ed *idrogeno*, già da lui veduta; e il trasporto e adunamento del primo al capo della pila elettrizzato *in più*, che chiamasi *polo positivo*, e del secondo, cioè del gas idrogeno, all'altro capo elettrizzato *in meno*, ossia *polo negativo*; e ciò anche con pile di mediocrissima forza, composte di sole 20. coppie metalliche, ed anche meno.

2.° La decomposizione de' sali neutri, o meglio disciolti nell'acqua col trasporto parimenti, e adunamento successivo di tutto l'acido al polo positivo, e di tutto l'alcali, o terra, o metallo revivificato al polo negativo, con

Digitized by Google

pile dell'istessa forza, o maggiore al bisogno. Le quali decomposizioni e trasporti intravedute bensì da altri, ma dubbie ancora, o non bene intese, vennero poi e verificate a rigore, e poste in chiaro dal celeberrimo chimico Inglese DAVY.

3.° L'estrazione, e decomposizione di essi sali, trasporto, ecc. contenuti anche in minime dose in qualsisia corpo o composto sia minerale, vegetabile, od animale che trovisi immerso, o in contatto dell'acqua posta nel circolo, faciente arco conduttore dall'uno all'altro polo. Scoperto come in tutte le quì indicate sperienze.

4.° La decomposizione di molti corpi, che per niun altro mezzo si eran potuti fin quì decomporre, e che chiamavansi per ciò nella nuova nomenclatura chimica per una specie di riserva corpi *indecomposti*, e ciò per non dire assolutamente i semplici ed elementari, comechè tali fossero dalla maggior parte dei Chimici anche più valenti riputati, segnatamente la decomposizione dei due alcali fissi, potassa, e soda, e di tre terre, la calce, la barite, e la stronziana. Scoperte dovute intieramente al sullodato DAVY.

5.° Il venir poi dimostrato che tal decomposizione si fanno spogliandosi per l'azione prepotente di un forte elettromotore, dell'ossigeno con cui trovasi naturalmente e strettamente combinata la base di ciascuna di tali sostanze; la qual base è di natura metallica, anzi vero metallo specificamente diverso in ognuna, e che ricuperando l'ossigeno, con cui hanno grandissima affinità ritornano al loro stato di alcali e di terre, ond'è dimostrato per sintesi e per analisi che sono in tale stato veri ossidi come fin dapprincipio pretendeva esso DAVY.

6.° Che per analogia si dee presumere che anche le altre terre chiamate già semplici, la silice, l'allumina, la magnesia, ecc. siano pur esse ossidi metallici, i quali resistano pur anco all'azione degli elettromotori fin quì adoperati, nè soffrano d'essere decomposte, ma sien forse per cedere ad altri più potenti, che si adopreranno, come le tre terre sunnominate e i due alcali fissi resistettero sempre a tutti gli altri mezzi di analisi, ed allo stesso elettromotore finchè non fu ingrandito abbastanza, portato cioè a cento e più coppie metalliche ben montate, ecc.

7.° Che per conseguenza di tutto questo dove prima si teneva, che riguardo alla combustione od ossidazione vi avessero tre classi di corpi, una di combustibili od ossidabili, l'altra di già ossidati o combusti, e la terza d'incombustibili od inossidabili per natura, come appunto le terre, e gli alcali fissi; non esistano in realtà che le prima due classi, e questa terza quasi alcali e tutte entrino nella seconda dei combusti od ossidi. Sono queste in vero grandi e luminose scoperte, che fanno cambiare notabilmente faccia alla Chimica, e sono dovute in massima parte al genio sagace e inventore, e alle indefesse ricerche del chimico Inglese DAVY. Sono dovute anche, e

Digitized by Google

chi può negarlo? alla originaria scoperta del nostro Fisico Italiano VOLTA avendo egli messo sulla via, e gli altri chimici, e DAVY stesso, di far quelle, ed altre che sicuramente si faranno, con quel maraviglioso strumento, che ha lor posto nelle mani, il quale come già si è veduto supera di gran lunga per l'analisi de' corpi i più refrattarj qualunque altro stromento, o mezzo chimico.

8.° Per ultimo che l'elettromotore il quale ingrandito nel numero di coppie metalliche oltre le 100. 200. è il mezzo più efficace per decomporre ed analizzare molti corpi, restj, come si è accennato (4°) per eccitare il più alto calore e l'unico forse per alcuni per fondere e volatilizzare ecc. i più fissi e refrattarj; ingrandito invece nell'ampiezza di essa lastra portata a un piede quadrato o più anche e ridotta al numero di 20. 30. 40. coppie, arroventa e fonde e disperde delle fogliette e fili metallici per più o men lunghi tratti.

Or chi non vede quanto con

J. 87 B β:

Gli è fin dalle prime sper. sul Galvanismo nel 1792. come può vedersi da alcune mie Memorie stampate già in quell'anno, e nel seguente, ch'io avea scoperto eccitarsi delle sensazioni di sapore nella lingua, per la corrente elettrica mossa dal mutuo contatto di due metalli dissimili, e sì di un sapore affatto diverso secondo la posizione di essi metalli, cioè acido deciso, ove la corrente elettrica venisse diretta contro l'apice della lingua sicchè il fluido vi entrasse, ed alcalino, o tirante all'alcalino ove la corrente fosse in senso contrario. Poco dopo scopersi pure che in simil modo eccitavasi nell'occhio la sensazione di una specie di lampo o chiaror passaggiero; e questo presso a poco egualmente qualunque fosse la direzione del fluido elettrico, o entrasse cioè questo nell'occhio, o sortisse. Codeste sper.e le facea io allora, e furon ripetute da tanti con una coppia sola di metalli diversi, fino alla fine del 1799. che m'avvisai di connetterne molte, e costrussi l'Apparato di cui al presente ci occupiamo. Or questo poco o nulla dippiù ne presenta riguardo a tali sensazioni di sapore, e di luce; nè già le eccita molto più vive di quello si eccitino con una coppia sola; cosa in vero mirabile. Solamente riguardo al chiarore o lampo, v'è dippiù, che una tal sensazione eccitasi nè forte nè molto debole; ancora che non sia l'occhio medesimo investito dalla corrente elettrica, sol che lo sia una parte qualunque del volto. Ma riguardo ai sensi del tatto e dell'udito la differenza fra gli effetti prodotti da una sol coppia di metalli, e quelli che produce un Apparato di 20. 30. 40. coppie è grandissima. Con una sol coppia dei migliori metalli, cioè zinco e argento, riesce

Digitized by Google

appena di eccitare un leggier bruciore sui bordi delle palpebre, ed all'angolo dell'occhio; coll'Apparato grande invece si può portare a tutte le parti del volto, e ad altre un poco delicate, tal bruciore, e dolore, che riesce insopportabile. L'udito poi, che non ho potuto mai eccitare ad alcuna sensazione con una coppia sola di metalli, ha ceduto alla prova di un Apparato anche non grandissimo, ed ho avuto la sensazione di un suono rotto e oscuro.

Una differenza, pur grande si pruova rispetto alla commozione o scossa; giacchè ove con una coppia metallica sola sia pur la migliore non si giunge al più che ad eccitare delle convulsioni o contrazioni nei membri o muscoli preparati, nudi cioè, e privi degli integumenti, o coperti solo da una pelle sottile e ben intrisa d'umore come i membri delle rane ecc., nè è possibile di far sentire la minima scossa ad alcuna parte intiera e intatta del nostro corpo; con un Apparato composto di 8. a 10. coppie si può diggià scuotere un dito fino alla seconda articolazione; con uno di 20. coppie tutta una mano od ambedue; con uno di 30. o 40. le mani e bracci fino al gomito, con più grave scossa; e così poi tutto il braccio, e le spalle, e il petto con violenta commozione, cimentando Apparati di 60. 80. 100. o più coppie.

Potrebbe far maraviglia, che valga poi

Digitized by Google

INDICE DEI NOMI

Aldini Giovanni, 30. 32, 47 54, 69, 155, 158, 206, 207, 213. 214. 216, 220, 230, 272, 273, 274. 305. 309. 337.
Amoretti Carlo, XII, 173, 175.
Anfossi. 177.
Antinori Vincenzo, XII.

Banks Giuseppe, 7, 13, 15, 30, 164. 305.
Baronio Giuseppe, XII, 206, 207, 305. 306. 321.
Beccaria Giovanni Battista. 303.
Bellani Angelo, 179, 206, 325.
Bennet Abramo, 7, 51, 71, 154, 155. 218. 222, 246, 348.
Berthollet Claudio Luigi, 24, 25, 32, 316, 322.
Biadego Giuseppe, 185.
Bianchi T., 206.
Biot Gio. Battista, 107, 108, 109, 125, 126, 219.
Biron dott., 22, 25.
Blaserna Pietro, VII.
Bonaparte (Premio), 107, 122, 125, 126.
Bondioli Pietro Antonio, 304.
Bosscha Giovanni, XII.
Boyle Roberto, 164.
Brisson M. Giacomo, 109.
Brugnatelli Luigi, XII, 1, 8, 17, 24, 35, 45, 67, 125, 127, 151, 167, 205, 228, 272, 297, 304, 305, 306, 330, 335.

Campi Carlo G., 303.
Cantoni Giovanni, XII.
Capelli G. Giovanni, 205.
Carlisle Antonio, 15, 139, 316.
Cavallo Tiberio, 7, 51, 155, 218, 245, 303, 305.
Cavendish Enrico, 72, 87, 163, 267, 268, 269.
Celoria Giovanni, VII.
Charles Giacomo A., 108, 109.
Colli (generale), 5.
Configliachi Pietro, 191, 205, 207, 211, 297, 306, 335, 363.
Corbino O. M., VIII.
Cossali Pietro, 185.
Coulomb Carlo Agostino, 108, 109, 114, 125, 126.
Cruikshank Giorgio, 15, 316.
Cusani, 175.

Dandolo Vincenzo, 205.
Davy Humphry, 15, 154, 159, 297, 331, 368, 369.
Deimann Giovanni Rodolfo, 9, 83, 88.
Delambre Giov. Battista, 108.
De la Métherie I. C., XII, 35, 295, 303, 305, 306.
Delfico Orazio, XII.
De Luc Giovanni Andrea, 219.
Désormes Carlo Bernardo, 29.
Dolomieu Deodato Silvano, 189, 306.
D'Ovidio Francesco, V.
Dufay Carlo Francesco, 114.

Epino Francesco T., 114.
Ermann Paul, 335.

Favaro Antonio, V, VIII.
Fortis Giovanni Battista, 193.
Fourcroy Antonio Francesco, 27, 108, 109, 316, 322.
Franklin Beniamino, 114, 122, 123.

Galvani Luigi, 25, 30, 32, 47, 201, 202, 207, 211, 212, 213, 208, 217, 219, 220, 221, 262, 270, 272, 273, 274, 279, 295, 305, 337, 339, 348, 365.
Garavaglia Giovita, 206.
Garnett Tomaso, 139.
Gay-Lussac Luigi Giuseppe, 297.
Geoffroy Étienne, 198.

Digitized by Google

Gilbert Lodovico Guglielmo, 29, 156, 206.
Grassi Francesco, v.
Gren Federico Alberto Carlo, XII, 30, 32, 54, 69, 155, 156, 158, 219, 294.
Grimaldi, 211.
Guyton Luigi Bernardo, 109.

Hallé, 28, 109, 125, 126.
Haüy Renato, 108, 126, 198.
Henly Guglielmo, 72, 244.
Henry Étienne, 15.
Humboldt Alessandro, 217.

Jacquin Giuseppe, 3, 4, 7, 17, 139.
Jossi Giuseppe, 307.

Kavendish (vedi Cavendish).
Klinkosch Giuseppe, 303.

Lacépède Bernardo, 108.
Landriani Marsilio, 1, 5, 17, 137, 305.
Laplace Pietro Simone, 108, 109, 125, 126.
Lavoisier Antonio, 324.
Lichtenberg Giorgio Cristoforo, 51, 304.
Lorgna Antonio Maria, 185.
Loria Gino, v.
Lowitz Giovanni Tobia, 304.

Macquer Pietro Giuseppe, 303, 307.
Magrini Luigi, 207.
Mascart E. E. N., 107, 125.
Massardi Francesco, VIII.
Mayer Giovanni, XII.
Mocchetti Francesco, XII, 335, 363, 365.
Monge Gaspare, 24, 32, 108, 109, 125, 303.
Montanari Gius. Ignazio, XII.
Motta Giacinto, VIII.

Naccari Andrea, v.
Newton, 211.
Nicholson Guglielmo, XII, 3, 7, 10, 11, 15, 17, 28, 34, 137, 139, 144, 153, 160, 305, 306, 316.

Pacchiani Francesco Giuseppe, 306, 323, 324.
Pelletan Pietro, 109.
Penne, 177.
Pfaff Cristiano Enrico, 71, 113, 229, 284.
Pictet Marc'Augusto, 37, 40, 41.
Pochettino Alfredo, v.
Porati Antonio, 306.
Priestley Giuseppe, 303.

Racagni Giuseppe Maria, 189.
Ratti Achille (S. S. papa Pio XI), 207.
Reycends librai, 13, 16.
Riccardi Pietro, 207.
Richter, 156.
Ritter, 189, 284.
Rozier Francesco, 303.

Sabatier, 109.
Saussure Orazio Benedetto, 111, 154, 245.
Scherillo Michele, v.
Scopoli Giovanni Antonio, 303, 307.
Senebier Giovanni, 138, 165, 179.
Simon Paolo Luigi, 323.
Soave Francesco, 35.
Somigliana Carlo, v.
Sozzani Adolfo, v.
Sprenger, 181, 182.
Suë P., 76, 305.
Sulzer Giovanni Giorgio, 279.

Thénard Luigi Giacomo, 297.
Tosoni Raffaello, 197, 205.
Touddes, 25.
Troostwich Adriano, 9, 83, 88.

Valli Eusebio, 216.
Van Marum Giovanni Battista, XII, 67, 71, 76, 79, 84, 138, 161, 164, 206, 229, 284, 311, 313.
Van Mons Giovanni Battista, XII, 330.
Vassalli Anton Maria, 13, 30, 47, 155, 158, 215, 216, 218, 219, 220, 230, 274, 305.
Vauquelin Luigi Nicola, 27, 108, 109, 125.
Vittoresi, 175.
Volta Alessandro, *jun.*, 206, 335.
Volta Luigi, v.
Volta Zanino, 35.
Volterra Vito, v.

Wolke, 179.

Zaccagni Attilio, 307.
Zamboni Giuseppe, 333.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 039639486

Digitized by Google